

Teemu Itkonen

RAKENNUSAUTOMAATIOVALVONTA- PROSESSIN KEHITTÄMINEN

LVI- ja sähkövalvojan näkökulmasta

Opinnäytetyö
Talotekniikka

2019



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

| Tekijä/Tekijät | Tutkinto | Aika |
|---|---------------------|---------------------------|
| Teemu Itkonen | Talotekniikka (amk) | Lokakuu 2019 |
| Opinnäytetyön nimi Rakennusautomaatiovalvontaprosessin kehittäminen | | 52 sivua 28 liitesivua |
| Toimeksiantaja Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy | | |
| Ohjaaja Johanna Arola | | |
| Tiivistelmä <p>Tässä insinööriyössä käsiteltiin rakennushankkeen rakennusautomaatiovalvontaprosessin vaiheita LVI- ja sähkövalvojan näkökulmasta rakennushankkeen aikana. Tutkielman työelämälähtöisenä tavoitteena oli kehittää Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy:lle ohjeita työkaluksi rakennusautomaatiovalvontaan ja laatupalaveriin.</p> <p>Rakennusautomaatiojärjestelmien jatkuva kehitys on kasvattanut sen merkitystä rakennuksen energiatehokkuuden ja järjestelmien hallinnan kannalta, joten nykyään se on tärkeä osa-alue talotekniikan kokonaisuudessa. Monesti hankkeeseen ei palkata erillistä rakennusautomaatiovalvojaa vaan LVI- ja sähkövalvojat hoitavat myös rakennusautomaatiovalvonnan. Jotta tilaajalle voitaisiin tuottaa palveluita laadukkaasti ja kustannustehokkaasti, täytyy yrityksellä olla selkeät käytännöt ja toimintaohjeet, sekä työkalut tehtävän suorittamiseen kaikkien tarjoamiensa palveluiden osalta.</p> <p>Työssä hyödynnettiin kvalitatiivista kyselytutkimusta ja tulosten analysoimisessa käytettiin kvalitatiivisia analyysitapoja, joita olivat teemoittelu ja yhteyksien tarkastelu. Tutkimuksen ja tulosten arviointi kohdistui teoreettisten näkemysten tutkimusmenetelmiin ja kyselyn pohjalta tehtyihin johtopäätöksiin.</p> <p>Insinööriyön lopputuloksena syntyi ohjaava asiakirjapohja LVIAS-laatupalaveriin ja ohje rakennusautomaatiovalvonnan suorittamiseen. LVIAS-laatupalaveri -asiakirjassa käydään lävitse talotekniset laatutavoitteet ja LVIAS-suunnitelmien ristiin tarkastus. Rakennusautomaatiovalvontaprosessi -ohje sisältää johdattelevan tekstin valvontaprosessin suorittamiseen rakentamis- ja vastaanottovaiheissa.</p> | | |
| Asiasanat Rakennusautomaatio, RAU, automaatio, talotekniikka, valvonta, rakennusautomaatiovalvonta | | |

| Author (authors) | Degree | Time |
|--|--|------------------------------------|
| Teemu Itkonen | Building services, Bachelor of Engineer- ing | October 2019 |
| Thesis title | | 52 pages 28 pages of appendices |
| Development of the building automation supervision process | | |
| Commissioned by | | |
| Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Ab | | |
| Supervisor | | |
| Johanna Arola | | |
| Abstract | | |
| <p>The thesis deals with the phases of the building automation process during a construction project from the perspective of the HVAC and electrical supervisors. The aim of the thesis was to develop guidelines for a Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy for building automation supervision and quality conferences.</p> <p>Constant development of building automation systems has increased its importance for the energy efficiency and system management of buildings, making it an important part of the building services today. In many cases there is not separate building automation supervisors in construction project because HVAC and electrical supervisors also do building automation supervision. The purpose of the supervision is to produce high-quality services cost-effectively to the customer. The company must have clear policies, procedures and tools to accomplish the task for all the services it provides.</p> <p>Qualitative questionnaire survey was utilized in this work. Qualitative analysis methods were used to analyze the research results. The evaluation of a study and results was directed to the research methods of theoretical views and to the conclusions that have been done based on the inquiry.</p> <p>The results of the Bachelor's thesis were two types of supervision documents. The first document was document template for HVAC, BAS and electric quality meeting. Quality Meeting document goes through the building technology quality objectives and cross-examination of building services plans. The second document that was made for this project is guide for the building automation supervision process. The Building Automation supervision process Guide contains guided text for completing the supervision process during the construction and receiving phases.</p> | | |
| Keywords | | |
| Building automation, building services, supervision, BMS, BAS, HVAC, BAS-supervision | | |

SISÄLLYS

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 1 |
| 2 | TALOTEKNIikka..... | 3 |
| 2.1 | LVI-tekniikka | 3 |
| 2.2 | Sähköjärjestelmät | 3 |
| 2.3 | Rakennusautomaatiotekniikka | 3 |
| 2.3.1 | RAU-järjestelmä yleisesti | 5 |
| 2.3.2 | RAU-säätö ja toimintatekniikka | 6 |
| 2.3.3 | RAU-järjestelmän rakenne..... | 7 |
| 2.3.4 | Alakeskukset..... | 8 |
| 2.3.5 | Kenttälaitteet..... | 8 |
| 2.3.6 | Anturit | 9 |
| 2.3.7 | Toimilaitteet | 9 |
| 2.3.8 | Säätimet..... | 9 |
| 3 | RAKENNUSHANKKEEN VALVONTA..... | 10 |
| 3.1 | Rakentaminen Suomessa..... | 10 |
| 3.2 | Rakennusautomaatiota koskeva säädäntö | 11 |
| 3.2.1 | Maankäyttö- ja rakennuslaki | 11 |
| 3.2.2 | Suomen rakentamismääräyskokoelma | 12 |
| 3.2.3 | ST-kortti 710.00 | 12 |
| 3.3 | Rakennushankkeen osapuolet..... | 12 |
| 3.4 | Urakkamuodot | 14 |
| 3.5 | Valvojan ja tilaajan välinen sopimus | 15 |
| 3.5.1 | Valvonnan merkitys tilaajalle..... | 17 |
| 3.6 | Urakoitsijan ja suunnittelijan vastuut ja velvollisuudet..... | 18 |
| 3.6.1 | Urakoitsijan vastuu ja velvollisuudet | 18 |
| 3.6.2 | Suunnittelijan vastuu ja velvollisuudet | 19 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.7 | Rakennushankkeen talotekninen valvonta | 20 |
| 3.8 | RAU-valvonta..... | 24 |
| 3.8.1 | Valvonnan tavoitteet | 24 |
| 4 | RAKENNUSAUTOMAATIOVALVONTAPROSESSI..... | 25 |
| 4.1 | Rakennushankkeen alkuvaihe | 25 |
| 4.2 | Rakennushankkeen rakentamisvaihe | 27 |
| 4.3 | Rakennushankkeen vastaanottovaihe | 27 |
| 4.4 | Rakennushankkeen takuuvaihe..... | 32 |
| 5 | VALVONTAPROSESSIN KEHITTÄMINEN | 33 |
| 6 | TULOKSET..... | 34 |
| 6.1 | Verkkokyselyn tulokset | 34 |
| 6.1.1 | Valvojien Osaaminen | 35 |
| 6.1.2 | Havaitut ongelmat..... | 41 |
| 6.1.3 | Muiden hankkeen osapuolten osaaminen..... | 44 |
| 6.1.4 | Kehitys..... | 46 |
| 6.2 | Asiakirjat | 47 |
| 7 | JOHTOPÄÄTÖKSET | 47 |
| | LÄHTEET..... | 50 |
| | LIITTEET | |

Liite 1. Kyselytutkimuksen tulokset

Liite 2. Ohje rakennusautomaatiovalvontaan

Avainsanat

| | |
|------------------------|---|
| Rakennusautomaatio | Automaation osa-alue, jolla vaikutetaan rakennusten sisäilmastoon ja valaistukseen sekä laajasti tulkiten myös rakennusten turvallisuuteen. Rakennusautomaatiolla ohjataan ja seurataan rakennuksen teknisiä laitteita ja optimoidaan niiden toimintaa. |
| TATE | Lyhenne sanasta talotekniikka/talotekninen. |
| RAU | Lyhenne sanasta rakennusautomaatio |
| Sopimusasiakirjat | Urakkasopimus tai toimeksianto koskeva sopimus ja näissä noudatettavaksi sovitut asiakirjat sekä niihin rakennusaikana erillisinä sopimuksilla liitetyt asiakirjat. |
| Kaupalliset asiakirjat | Sopimuksen taloudellista ja juridista sisältöä koskevat asiakirjat, jotka sopimuksessa tai siinä noudatettaviksi sovituihin asiakirjoihin on lueteltu kaupallisiksi asiakirjoiksi. |
| Tekniset asiakirjat | Rakennustyön sisältöä, laatua ja suoritusta koskevat asiakirjat, jotka sopimuksessa tai siinä noudatettaviksi sovituihin asiakirjoihin on lueteltu teknisiksi asiakirjoiksi. |
| Suunnitelma-asiakirjat | Rakennustyön sisältöä, laatua, laajuutta ja suoritusta koskevat asiakirjat, kuten tekniset asiakirjat, määrä- ja mittaluettelot sekä urakkarajaliite. |
| Urakkasopimus | Tilaaajan ja urakoitsijan välinen allekirjoitettu asiakirja tietyn työtuloksen aikaansaamiseksi sovittua hintaa tai veloitusterustetta vastaan. |

| | |
|-----------------------|--|
| Urakkarajaliite | Asiakirja, joka sisältää työmaan hallintoa ja yhteisiä toimintoja sekä eri urakkasuoritusten välisiä urakkarajoja koskevat säännöt |
| YSE | Rakennusurakan yleiset sopimusehdot |
| KSE | Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot |
| Konsulttisopimus | Tilaaajan ja konsultin välinen sopimusasiakirja |
| Yhteensovituskaavio | Yhteensovituskaaviossa esitetään, kuinka eri järjestelmät liittyvät toisiinsa. |
| RAU-järjestelmäkaavio | Kaavio rakennusautomaatiojärjestelmän periaatteellisesta rakenteesta sekä tiedonsiirrosta järjestelmän osien välillä. |
| Toimintakaavio | LVIS-järjestelmien prosessien toimintaa kuvaava kaavio, josta selviävät prosessin loogiset ja toiminnalliset yhteydet valvomoliityntöineen. |
| Toimintaselostus | Sanallinen selostus säätökaavion osana LVI-prosessin toiminnasta eri tilanteissa sisältäen ohjelmalliset toiminnot. |
| VAK | Valvonta-alakeskus |
| P-säädin | Suhteellinen säädin, jonka ohjausviesti on suoraan verrannollinen erosuureen arvoon. P-säätimessä vahvistus määräytyy verrannollisuuskertoimen perusteella |

| | |
|---------------|--|
| PI-säädin | Suhteellinen ja integroiva säädin, jonka suhdealue määritellään yleensä käytännössä alueena, jonka mittausviestin tulee muuttua, jotta säätimen ulostulos muuttuisi ääriarvosta toiseen. PI-säätimen säätöyhtälössä on vahvistusta kuvaavan termin lisäksi eroviestin aikaintegraaliin verrannollinen termi. |
| PID-säädin | Säätimen nopeutta voidaan kasvattaa lisäämällä säätöön derivointi. Derivoinnin lisääminen tekee säätötavasta PID-säädön. Nimensä mukaisesti PID-säädin derivoi mittausviestiä. |
| AI | Analog input. Anturin tai lähettimien analoginen mitaussignaali |
| AO | Analog output. Analoginen säätöviesti, jonka avulla voidaan ohjata esimerkiksi portaattomalla jänniteviestillä ohjattavien kenttälaitteiden asetusarvoja. |
| DDC | Direct Digital Control eli suora digitaalinen säätöpiiri. |
| DI | Digital input. Indikointi-, tila- tai hälytystieto. |
| DO | Digital output. Laitteen binäärinen ohjaustieto. |
| IO-liityntä | Rakennusautomaation digitaalisten tai analogisten tulo- ja lähtötietojen käyttäminen informaation siirrossa. |
| Väyläliityntä | Väyläprotokollan avulla tapahtuva kaksisuuntainen informaation siirto, laitteiston tai järjestelmän ja rakennusautomaatio-järjestelmän välillä. |

1 JOHDANTO

Rakennusautomaatio on nykypäivänä tärkeä osa talotekniikan järjestelmiä ja se kehittyy kovalla vauhdilla. Rakennusautomaation avulla voidaan liittää yhteen eri osakokonaisuuksia ja näin saada aikaan yhtenäisesti toimiva järjestelmä. Talotekniikan avulla luodaan rakennuksissa ja tiloissa tapahtuville toimintoille käyttäjälähtöiset, yksilölliset ja hallitut olosuhteet. Talotekniikka käsittää laitteet, järjestelmät ja erinäiset tekniset palvelut, jotka kuuluvat rakennettuun rakennukseen ja kiinteistöön. Tätä kokonaisuutta hallitaan automaation avulla. Nykypäivänä tekniikka rakennuksissa on monesti rakennettu todella toimivaksi osakokonaisuudeksi uuden teknologian ja prosessien ansiosta, mutta kokonaisuus ei välttämättä toimi kuten oikeanlaisella yhteensovittamisella olisi mahdollista saavuttaa. Tämä johtaa siihen, että vaikka tekniikka olisi oikein ja huolella suunniteltu sekä toteutettu, ei yhtenäisiä toimintoja eri osatoimintojen osalta saada toimimaan niin kuin tarve olisi.

Rakennusautomaation jatkuvan kehityksen vuoksi, nykyaikaista tekniikkaa käsittelevää kirjallisuutta on vähän tarjolla tai sitten se on hankalasti löydettävissä, sekä monesti tieto on joltain osin niin sanotusti vanhentunutta. Tämä johtaa siihen, että esimerkiksi rakennusautomaatiotöiden valvonnassa ja suunnittelussa on ongelmia, etenkin erinäisten laitteiden ja järjestelmien yhteensovitusongelmien ja laitteiden toimintaan liittyvien ongelmien kanssa. Riskit, ongelmat ja puutteet voi olla hankala havaita suunnitelmia ja asiakirjoja tarkastaessa, mikäli ei löydy tarpeeksi tietoa kyseisestä järjestelmästä ja sen toimintaperiaatteesta. Voidaankin sanoa, että onnistuneen kokonaisuuden edellytyksenä on, että kaikki järjestelmän osa-alueet hallitaan riittävästi. Näin ollen hyvä suunnittelu, rakentaminen ja valvonta ovat yhdessä avainasemassa onnistuneessa rakennushankkeessa ja hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi tiivis yhteistyö näiden tahojen välillä on välttämätöntä.

Valvonnan tehokkuuden tavoitteena on saada tuotettua palveluita tilaajalle laadukkaasti ja kustannustehokkaasti. Tämä onnistuu sillä, että yrityksellä on tehtäviin selkeät käytännöt, toimintaohjeet ja työkalut. Automaatiourakka on yleensä tilaajan kanssa sopimussuhteessa olevan urakoitsijan alihankinta.

Laadukkaasta rakennusautomaatiovalvonnasta on ehdottomasti hyötyä tilaajan lisäksi myös pääurakoitsijalle, jonka ymmärrys rakennusautomaatiosta on hyvin usein puutteellinen. Laadukas valvonta takaa myös sen, että pääurakoitsija ja tilaaja saavat varmuudella sen, mistä he ovat rakennusautomaatiourakoitsijalle maksaneet.

Insinööritoiminnan tavoitteena on kehittää Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy:n rakennusautomaatiovalvonnan prosessia sekä parantaa rakennusautomaatiovalvontaa selvittämällä yrityksen käytännöt, mallipohjat ja valvonnan raportointi yleisellä tasolla. Tavoitteena on selvittää, millaisia ongelmia talotekniikka-alan valvojat ovat havainneet rakennusautomaatiovalvontaa suorittaessaan, sekä miten nämä ongelmat voitaisiin välttää ja ratkaista niin, että valvonta olisi mahdollisimman tehokasta, jotta voitaisiin taata ja varmistaa tehdyn työn suunnitelmien mukaisuus. Aihetta tutkitaan LVI- ja sähkövalvojan näkökulmasta koko rakennushankkeen aikana, mutta aihe painottuu rakennusai- kaiseen valvontaan. Rakennusautomaatio on monesti niin pieni osakokonaisuus rakennushankkeessa, että LVI- ja sähkövalvojat suorittavat rakennusautomaatiotöiden ja -järjestelmien valvonnan. Työssä käydään läpi talotekniikka-alan valvojan työtehtäviä ja velvollisuuksia yleisellä tasolla, mutta aihe tarkentuu pääsääntöisesti rakennusautomaatiojärjestelmien ja -töiden valvontaan. Työn toisena työelämälähtöisenä tavoitteena on päivittää Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy:n valvontaan liittyviä asiakirjapohjia ja työkaluja valvontaprosessin tehostamiseksi sekä tuottaa teoreettista näkemystä rakennusautomaatiovalvonnan tehostamiseen ja valvontatoimenpiteiden tarkempaan tarkasteluun liittyvistä toimenpiteistä.

Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy on rakennuttamis-, valvonta- ja kiinteistöalan konsulttitoimisto. Yritys on perustettu vuonna 1989 ja se on avainhenkilöidensä omistuksessa. Yrityksessä työskentelee yli 80 alan ammattilaista.

2 TALOTEKNIikka

Talotekniikka koostuu teknisistä järjestelmistä, laitteista ja palveluista ja sen avulla tuotetaan kiinteistöissä ja tiloissa tapahtuville prosesseille yksilölliset, hallitut ja käyttäjälähtöiset olosuhteet. Talotekniikkaa tarvitaan, jotta ilman, veden, lämmön, energian, valon ja tiedon välittämiseen ja liikkumiseen perustuvat palvelut saadaan aikaan kiinteistöissä ja tiloissa. Myös sähköisesti hallittavat ja ohjattavat turvallisuus- ja liikkumispalvelut, sekä, elektronien, ääniaaltojen tms. liikkumiseen perustuvat toiminnot kuuluvat talotekniikkaan. /1./

2.1 LVI-tekniikka

LVI-tekniikka koostuu sanoista: lämmitystekniikka, vesi- ja viemäritekniikka sekä ilmanvaihto- ja ilmastointitekniikka. Puhuttaessa talotekniikasta, LVI-tekniikan lisäksi siihen sisältyy myös sähkö-, palo- ja automaatiotekniikka. LVI-tekniikan avulla luodaan ja ylläpidetään tilojen sisäilmaston laatua ja lämpöolosuhteita sellaisina, että ne vastaavat rakennuksen suunniteltua käyttötarkoitusta. /2./

2.2 Sähköjärjestelmät

Yleisesti puhuttaessa sähköjärjestelmästä tarkoitetaan sähkölaitteita, jotka käyttävät, tuottavat, lähettävät tai varastoivat sähkövirtaa. Sähköliittymä jakeluyhtiön sähköverkkoon tehdään aina kiinteistökohtaisesti, joten voidaankin puhua kiinteistön sähköjärjestelmästä. Kiinteistön sähköjärjestelmän tarkoituksena on tuottaa rakennukseen sähköverkko. Järjestelmään kuuluu muun muassa sähkönjakolaitteet, johtotiet, pää- ja nousujohdot sekä kiinteät valaisimet ja sähkölaitteet. /3./

2.3 Rakennusautomaatiotekniikka

Rakennusautomaatiotekniikan keskeinen tehtävä on laitteiden ja teknisten järjestelmien ohjaaminen, säätäminen ja valvonta, sekä sen avulla kontrolloidaan rakennuksen käyttöolosuhteita ja energiankäyttöä. Rakennusautomaatiojärjestelmän avulla ohjataan LVI- ja sähköjärjestelmiä sekä kulunhallinta-, palotur-

vallisuus- ja turvallisuusjärjestelmiä. Se auttaa ylläpitämään rakennuksen ja tilojen käyttäjälähtöiset olosuhteet ja automaation avulla voidaan esimerkiksi tarkkailla veden- ja energiankulutusta, säätää automaattisesti lämmitysjärjestelmän lämpötilaa, ilmanvaihtoa, valoja ja ilmoittaa murrosta, paloista ja vesivahingoista. Yksi keskeinen osa-alue, joka vaikuttaa rakennusautomaatiojärjestelmien suunnitteluun ja valintaan ovat energiatehokkaat laitteet, jotka pysyvät itsenäisesti lukemaan rakennuksessa ja sen tilassa tapahtuvia muutoksia. LVI-laitteistojen osalta esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmien puhallinmoottoreissa ja lämmityksen ja jäähdytyksen kiertovesipumpuissa nämä ominaisuudet ovat tärkeitä. Automaatiosta voidaan puhua myös säätö- ja systeemitekniikasta, joka ohjaa muun muassa mittaus-, toimilaitte- ja tietotekniikkaa. Mittaustekniikan suureita, joita rakennusautomaation avulla voidaan mitata ovat muun muassa paine, lämpötila, kosteus, valoisuus, hiilidioksidi ja hiilimonoksidi.

/4./

Euroopan union on asettanut jäsenmailleen yhteisiä tavoitteita kasvihuonekaasujen vähentämiseksi ja tästä syystä rakennusten energiatehokkuus on nykypäivänä todella ajankohtainen aihe. Energiatehokasta rakennusta ei saada aikaan yksittäisillä ratkaisuilla, vaan hyvän energiatehokkuuden saavuttamiseksi ja ylläpitämiseksi tarvitaan eri kokonaisuuksien hallintaa ja automaation avulla tämä voidaan toteuttaa. Hyvän energiatehokkuuden hallinta ei rajoitu suunnittelu- ja rakennusvaiheeseen, vaan se on rakennuksen eliniän aikainen jatkuva prosessi, joka perustuu reaaliaikaiseen tietoon laitteiden kunnosta, rakennuksessa vallitsevista olosuhteista ja mahdollisista järjestelmien häiriö- ja vikatilanteista. Yleinen haaste energiatehokkuuden hallinnassa liittyy sisäolosuhteiden säätämiseen siten, että ne pysyvät suunnitellulla tasolla, eivätkä kuluta liikaa energiaa. Rakennusautomaation osuus investointikustannuksena koko rakennushankkeen kokonaisuudesta on vähäinen, mutta se vaikuttaa merkittävästi rakennuksen elinkaaren aikaisiin kustannuksiin. Näin ollen rakennusautomaatiolla on merkittävä rooli rakennuksen energiankäyttöön ja sisäolosuhteisiin. Automaation säätötekniisten toimintojen avulla saadaan ai-

kaan energiankäyttöön vaikuttavat toimenpiteet. Automaatio toimii myös työkaluna taloteknisten prosessien yhdistämisessä ja säätämisessä optimitilanteeseen. /5, s. 12./

Reaaliaikainen ja oikea tieto rakennuksen olosuhteista ja tilasta on tärkeää rakennuksen toiminnan ja huollon kannalta. Nykyaikaisen rakennusautomaation säätö- ja valvontajärjestelmän avulla voidaan pitää monimutkaisetkin järjestelmät optimialueillaan ja näin ylläpitää suunniteltua energiatehokkuutta, sisäolosuhteita ja turvallisuutta. Nykyaikaiset järjestelmät ovat ennen kaikkea paikkariippumattomia, joten etäkäytön avulla järjestelmän ylläpidon apuna voidaan käyttää myös erilaisia asiantuntija- sekä apupalveluita. /5, s. 18./

Rakennusautomaatiojärjestelmät ST 17 -kortissa määrittellään rakennusautomaatiojärjestelmälle seuraavat keskeiset tavoitteet: rakennusautomaatiojärjestelmän tavoitteena on suorittaa prosessien säädöt ja ohjaukset suunnitelmien mukaisesti, toimia apuvälineenä käyttäjille, jotta he voivat varmistaa rakennuksen toimivuuden ja sisäolosuhteiden pysyvyyden tehokkaasti rakennuksen elinkaaren ajan, taloteknisten järjestelmien toimintojen valvominen mittauksin ja hälytyksin, energiatehokkuuden tarkkailun ja toiminnallisen ylläpidon seuraamisen helpottaminen tuottamalla kulutus-, olosuhte-, energiatehokkuus- ja tilastomateriaalia ja päivittäistä käyttöä tukevan käyttöliittymän tarjoaminen, joka on selkeä ja käyttäjäystävällinen. Näiden keskeisten tavoitteiden lisäksi automaation avulla voidaan tuottaa joko itsenäisesti tai integroituna lisäpalveluita muihin taloteknisiin järjestelmiin. Näitä palveluita ovat muun muassa murto-, kulunvalvonta- ja palojärjestelmät sekä erilaiset tilahallintaa tukevat järjestelmät. /6./

2.3.1 RAU-järjestelmä yleisesti

Rakennusautomaatiojärjestelmä muodostuu valvomolaitteista, alakeskuksista ja kenttälaitteista sekä tiedonsiirtoverkosta ja tiedonsiirron liitäntälaitteista. Kenttälaitteet voidaan liittää joko suoraan tiedonsiirtoverkkoon tai alakeskukseen kaapeleiden avulla. Yksinkertaisimmillaan rakennusautomaatiojärjestelmä koostuu I/O- moduuleilla ja prosessoreilla varustetuista valvonta-alakeskuksista, joihin kenttälaitteet on kytketty. Automaatiojärjestelmän toiminnan

perusperiaate perustuu niin sanottuun yksisuuntaiseen tiedonsiirtoon. Rakennusautomaatiojärjestelmien säätö- ja ohjausjärjestelmät ovat internetpohjaisia vapaasti ohjelmoitavia DDC-teknologiaan perustuvia järjestelmiä. Nykypäivänä rakennusautomaatiossa pystytään käyttämään myös kaksisuuntaista tiedonsiirtoa tiedonsiirtoväylien ansiosta. Kaksisuuntaisen tiedonsiirron ansiosta järjestelmiä pystytään etäkäyttämään ja ajankohtaisen tilannetiedon kerääminen on helpompaa. /6, s. 59./

2.3.2 RAU-säätö ja toimintatekniikka

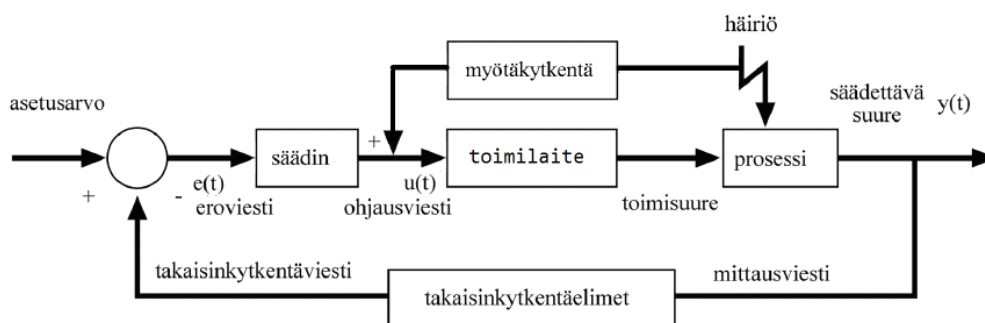
Rakennusautomaatiojärjestelmän säätötekniikan avulla kontrolloidaan taloteknisten järjestelmien toimivuutta ja energiatehokkuutta. Oikein toteutetulla säätöjärjestelmällä edesautetaan myös hyvien sisäolosuhteiden luomista. Esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmän vesikiertoinen lämmityspatteri, joka sijaitsee tuloilmanavassa, on yleisimpiä säädettäviä talotekniikkajärjestelmän laitteita. /6, s. 27./

Rakennusautomaation säätöjärjestelmän runkona toimii säätöpiiri. Säätöpiiristä puhuttaessa voidaan puhua avoimesta ja suljetusta säätöpiiristä. Suljetussa säätöpiirissä toimiyksikön välityksellä eroviesti ohjaa prosessia. Eroviesti muodostuu säädettävän suureen mittauksen ja asetusarvon erotuksesta. Mikäli säätöpiiristä puuttuu takaisin kytkentä, sitä kutsutaan avoimeksi piiriksi ja tällöin kyseessä on säädön sijaan ohjaus. /6, s. 27./

Ohjauksessa säätimeltä lähtevä ohjausviesti määräytyy säätimen säätötavan sekä eroviestin mukaan. Tässä tapauksessa eroviesti on asetusarvon ja takaisinkytkentäviestin erotus tai se voi olla myös asetusarvon ja mittausviestin erotus. /6, s. 28./

Esimerkiksi ilmanvaihtokoneen lämmityspatterin säätö on yleensä toteutettu suljetulla säätöpiirillä. Tällöin mittausviestissä on suure, joka kuvaa tuloilman lämpötilaa ja asetusarvo on tuloilman lämpötilalle asetettu arvo. Näin ollen eroviesti muodostuu näiden kahden viestin erotuksesta. Eroviestin perusteella säädin lähettää lämmityspatterin säätimen toimimoottorille ohjausviestin, joka perustuu lämmityspatterin säätötapaan. LVI-tekniikassa yleisimmät säätötavat

ovat P-, PI- sekä PID-säädöt. Toimisuurena on lämmityspatterin venttiilin toimimoottorin asento ja säädettävä suure on tuloilman lämpötila. LVI-prosesseja säädetään yleensä järjestelmässä liikkuvan nesteen tai ilman virtausta säätämällä tai niiden lämpötilaa muuttamalla. /6, s. 29./ Kuvassa 1 on esitetty automaatiojärjestelmän suljettu säätöpiiri ja sen käsitteet. /6, s. 28/.

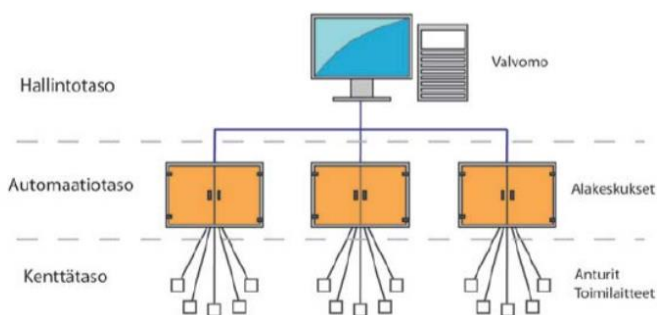


Kuva 1. Suljettu säätöpiiri ja käsitteet /6, s. 28/.

2.3.3 RAU-järjestelmän rakenne

Rakennusautomaatiojärjestelmä voidaan jakaa kolmeen eri tasoon, joita ovat hallintotaso, automaatiotaso sekä kenttätaso. Hallintotasoon kuuluvat paikallisvalvomot sekä etävalvomot, automaatiotasoon kuuluvat alakeskukset ja kenttatasoon kuuluvat kenttälaitteet, joita ovat anturit, toimilaitteet ja säätimet. /6, s. 59./

Kuvassa 2 on esitetty yleinen rakennusautomaatiojärjestelmä, joka on jaettu kolmeen eri tasoon.



Kuva 2. Yleisin käytössä oleva rakennusautomaatiojärjestelmäkokonaisuus /7, s. 167/.

2.3.4 Alakeskukset

Alakeskus on oleellinen osa rakennusautomaatiokokonaisuutta. Alakeskukset sijaitsevat yleensä teknisissä tiloissa, joita ovat muun muassa IV-kone- sekä lämmönjakohuoneet. Monesti alakeskus on rakennettu kytkentäkaappiin. Esimerkiksi asuinkerrostaloissa alakeskukset ovat monesti teollisuus PC-koteloihin asennettuja keskusyksiköitä, joissa on integroitu kosketusnäyttö. Alakeskukseen kytketään rakennuksen teknistenjärjestelmien kannalta oleelliset moduulit, jotka sijaitsevat keskusyksikköön kiinnitetyssä moduulikotelossa. Tavallisesti moduulikortit ovat I/O-moduulikortteja, joiden toimintoja ovat esimerkiksi Ohjaus DO, säätö AO, hälytys ja indikointi DI sekä mittaus AI. /6, s. 68./

Moduulikortteihin taas kytketään tarvittavat kenttälaitteet, joita ohjataan alakeskuksen avulla. Alakeskuksen avulla käsitellään myös kenttälaitteilla mitattuja suureita ja tietoja. Rakennusautomaatiossa puhutaan yleisesti valvonta-alakeskuksista (VAK), joka tarkoittaa sitä, että alakeskukset on varustettu paikallisella käyttöpäätteellä. /6, s. 68./

Teknologian kehittyminen on avannut rakennusautomaation toiminnalle uusia ratkaisuja, joista yksi on keskusvalvomo ja langattomat tiedonsiirtomenetelmät rakennuksissa olevien ohjausyksiköiden ja laitteiden välillä. Kytkettäessä alakeskus keskusvalvomoon, voidaan keskusvalvomon avulla seurata keskitysti esimerkiksi eri tilojen ja kiinteistössä olevien rakennuksien reaaliaikaista tilaa. Näitä ovat muun muassa lämpötila, ilmanvaihdon toiminta ja muut rakennuksen ja kiinteistön kannalta oleelliset tiedot. Järjestelmän avulla voidaan myös asettaa mitattaville suureille esimerkiksi hälytysrajat. Monesti lämpötilalle, puhaltimen nopeuksille, ilmanpaineelle ja paine-erolle on asetettu ohjelmalliset hälytys-/toiminta-ajat. Myös laitteiden toimintahäiriöt ja muut ongelmat on helpompi havaita nopeasti keskusvalvomon avulla. /6, s. 66./

2.3.5 Kenttälaitteet

Kenttälaitteita ovat erilaiset mitta- ja toimilaitteet ja säätimet. Mittalaitteita ovat tyypillisesti anturit ja toimilaitteita ovat muun muassa taajuusmuuttajat, peltimoottorit, venttiilimoottorit. /6, s. 82./

2.3.6 Anturit

Antureiden tehtävänä on välittää reaaliaikaista tietoa prosessien toiminnasta ja olosuhteista. Rakennusautomaatiossa käytettävät anturit mittaavat yleensä lämpötilaa, kosteutta, paine-eroa ja virtausta. Anturit yhdistetään moduulikortteihin joko kaapeleiden avulla tai langattomasti langattoman tiedonsiirtoväylän avulla. Automaatiossa käytetään myös tiedonsiirtoväylään liitettäviä mittauslähettimiä, mutta niiden käyttö asuinrakennuksen RAU-järjestelmässä on vähäistä. /6, s. 82./

2.3.7 Toimilaitteet

Toimilaitteiden avulla säädetään muun muassa ilmanvaihtojärjestelmiä ja lämmitysjärjestelmiä. Toimilaitteet ohjaavat järjestelmissä olevia säätöpeltejä ja -venttiileitä. Asuinrakennuksissa toimilaitteiden ohjaus on yleensä joko kaksiasentoinen ns. on/off ohjaus tai suhteellinen ns. portaaton ohjaus. Yksi yleisesti käytettävä toimilaite on taajuusmuuttaja. Taajuusmuuttajat ohjaavat puhaltimia ja pumppuja. Taajuusmuuttajilla on yleensä oma ohjauslogiikka, joka lähettää viestin alakeskukselle ja myös vastaanottaa ohjauskomennon alakeskukselta. /6, s. 92./

2.3.8 Säätimet

Säätimiä ovat muun muassa huonesäätimet ja esimerkiksi IV-koneeseen, lämmönvaihtimiin ja jäähdytyskoneisiin integroidut säätimet. Huonesäätimien avulla voidaan säätää muun muassa huoneen lämpötilaa ja puhallinkonvektorin kierrosnopeutta. Huonesäätimien avulla annetaan komennot esimerkiksi lämmitysradiaattoriventtiin, jäähdytyspalkin venttiin, IV-kanavan jälkilämmityksen tai jäähdytyksen venttiin, sähköisen jälkilämmityspatterin, IMS-yksikön ilmamääräpeltien ja valaistuksen ohjaukselle. /6, s. 59./

3 RAKENNUSHANKKEEN VALVONTA

3.1 Rakentaminen Suomessa

Suomessa rakentamiselle on määritelty erinäisiä säädöksiä, jotka muodostuvat lakien ja asetusten velvoittavista säännöksistä. Näiden toteutumista valvotaan, jotta saataisiin rakennettua laadukkaita rakennuksia, jotka noudattelevat turvallisia, esteettisiä ja energiatehokkaita rakentamiskäytäntöjä. Rakentamista koskevat yleiset edellytykset, olennaiset tekniset vaatimukset sekä rakentamisen lupamenettely ja viranomaisvalvonta, on määritelty Maankäyttö- ja rakennuslaissa, kun taas tarkemmat asetuksena annettavat rakentamisen säännökset sekä niitä täydentävät ministeriön ohjeet löytyvät Suomen rakentamismääräyskokoelmasta. Maankäyttö- ja rakennuslaissa voidaan säädellä myös rakennuksen käytön aikaisia asioita.

Rakentamista Suomessa ohjataan, jotta voitaisiin varmistaa, että rakentamisen laatu on korkeatasoista, rakennus sopii rakennettuun ympäristöön ja maisemaan. Ohjauksen avulla varmistetaan myös, että suunnittelu ja rakentaminen on laadukasta ja ne edistävät rakentamisen kestävä kehitystä. Rakennuksille määriteltyjä teknisiä vaatimuksia ovat muun muassa rakenteiden lujuutta, vakautta, paloturvallisuutta, energiatehokkuutta, melun torjuntaa ja äänolosuhteita sekä terveellisyyttä mittaavat vaatimukset.

Suomessa rakentamisen yleisestä ohjauksesta ja valvonnasta vastaa Ympäristöministeriö, jonka tehtävänä on kehittää rakentamista käsittelevää lainsäädäntöä ja muita säädöksiä ja ylläpitää rakentamismääräyskokoelmaa. Aluekohtaisesti rakentamisen ohjauksesta ja valvonnasta vastaa kunta, johon rakennus on tarkoitus rakentaa. Eri kunnissa on eri määräyksiä ja ohjeita, jotka johtuvat pääsääntöisesti paikallisista oloista. Näitä varten jokaisella kunnalla on rakennustarkastaja, joka valvoo rakentamista ja neuvoo rakentamiseen liittyvien ohjeiden ja määräysten noudattamisessa. /8./

3.2 Rakennusautomaatiota koskeva säädäntö

Rakennusautomaatiovalvontaa suorittavan tulee rakennushankkeissa ymmärtää etenkin Suomen rakentamismääräyskokoelma, sähköturvallisuuteen liittyvä säädäntö sekä erillisjärjestelmiä koskevat määräykset, joita ovat muun muassa palo- ja turva-asioita koskevat määräykset. EU-direktiivien kautta on tuotu paljon asiaa kansalliseen lainsäädäntöön, joka koskee rakennusautomaation energiantehokkuutta. /9./

3.2.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki

Rakennusautomaatiota koskevat lakipykälät liittyvät rakennuksen teknisten järjestelmien energiatehokkuuteen ja sen ylläpitoon sekä rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeisiin. Alla on esitetty maankäyttö- ja rakennuslain pykälää, joiden voidaan tulkita vaikuttavan rakennusautomaatiojärjestelmiin. /5./

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 166 §:

”Rakennus ja sen energiahuoltoon kuuluvat järjestelmät on pidettävä sellaisessa kunnossa, että ne rakennuksen rakennustapa huomioon ottaen täyttävät energiatehokkuudelle asetetut vaatimukset. [\(13.4.2007/488\)](#)”

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/199 117g §:

”Rakennuksessa käytettävien rakennustuotteiden ja taloteknisten järjestelmien sekä niiden säätö- ja mittausjärjestelmien on oltava sellaisia, että energiankulutus ja tehontarve rakennusta ja sen järjestelmiä käyttötarkoituksensa mukaisesti käytettäessä jää vähäiseksi ja että energiankulutusta voidaan seurata.”

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/199 117i §:

” Käyttö- ja huolto-ohjeen tulee sisältää rakennuksen käyttötarkoitus ja rakennuksen ominaisuudet sekä rakennuksen ja sen rakennusosien ja laitteiden suunniteltu käyttöikä huomioon ottaen tarvittavat tiedot rakennuksen asianmukaista käyttöä ja kunnossapitovelvollisuudesta huolehtimista varten.”

3.2.2 Suomen rakentamismääräyskokoelma

Rakennusautomaatio on oleellisessa roolissa määräyskohtien toimeenpanossa, vaikka suoranaisesti Suomen rakentamismääräyskokoelmassa ei käsitellä juurikaan rakennusautomaatioon liittyviä ohjeita. Rakennusautomaatioon viittaavat kohdat liittyvät rakennusten sisäilmastoon ja energiatehokkuuteen.

3.2.3 ST-kortti 710.00

Rakennusautomaatiojärjestelmän säädökset, määräykset, standardit ja ohjeet sähkötyökortissa on koottu yhteenvetona säädökset, määräykset, standardit ja ohjeet, jotka liittyvät suoraan tai välillisesti rakennusautomaatioon /9/.

3.3 Rakennushankkeen osapuolet

Alla on määritelty rakennushankkeen osapuolet rakennusurakan yleiset sopimusehdot 1998 sekä konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot 2013 -mukaan.

Tilaaaja

Urakoitsijan sopimuskumppani, joka on tilannut urakkasuorituksen. Tilaajana voi toimia rakennuttaja tai urakoitsija. /10./

Rakennuttaja

Luonnollinen tai juridinen henkilö, jonka lukuun rakennustyö tehdään ja joka viime kädessä vastaanottaa työntuloksen. /10./

Urakoitsija

tilaajan sopimuskumppani, joka on sitoutunut aikaansaamaan sopimusasiakirjoissa määritellyn työntuloksen. /10./

Pääurakoitsija

rakennuttajaan sopimussuhteessa oleva urakoitsija, joka kaupallisissa asiakirjoissa on nimetty pääurakoitsijaksi ja jolle sopimuksenmukaisessa laajuudessa kuuluvat työmaan johtovelvollisuudet. /10./

Sivu-urakoitsija

rakennuttajaan sopimussuhteessa oleva, pääurakkaan kuulumatonta työtä suorittava urakoitsija. /10./

Aliurakoitsija

urakoitsijan tilauksesta työtä suorittava toinen urakoitsija. /10./

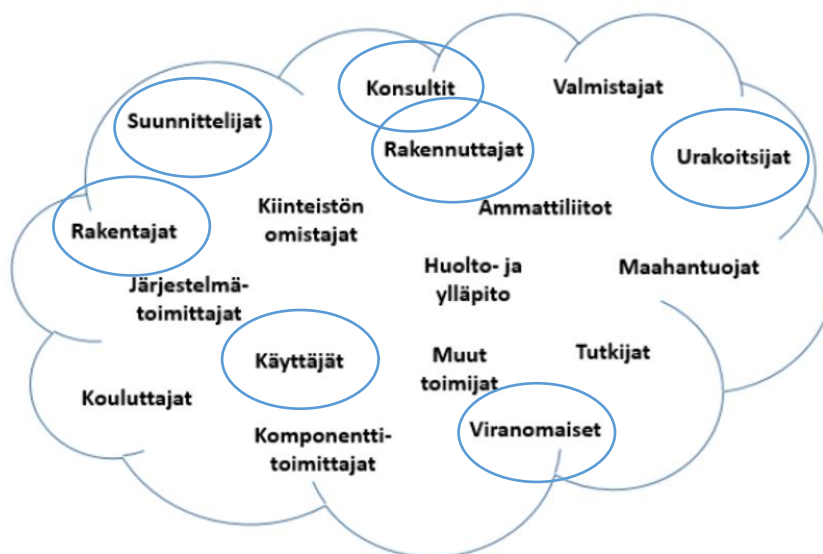
Konsultti

Luonnollinen tai juridinen henkilö, joka alansa asiantuntijana vastiketta vastaan suorittaa toimeksiannon perusteella selvitys-, tutkimus-, kartoitus-, mitaus-, tarkastus-, suunnittelu-, muotoilu-, kehitys-, valvonta- tai muita vastaavia tehtäviä. /11./

Valvoja

Rakennuttajan puolesta työsuoritusta valvova henkilö. Valvoja toimii tilaajan edustajana ja tilaajan tulee kirjallisesti ilmoittaa urakoitsijalle toimivaltaiset edustajansa sekä heidän valtuutensa. /10./

Rakennushanke pitää sisällään useita eri toimijoita ja hankkeen onnistumisen kannalta on erittäin tärkeää, että yhteistyö näiden tahojen välillä toimii. Valvoja on eniten yhteydessä hankkeen aikana rakennuttajaan, käyttäjiin, urakoitsijaan, suunnittelijoihin ja viranomaisiin, mutta monesti valvojan täytyy olla myös yhteydessä muihin rakennusalaan toimiviin henkilöihin ja yrityksiin. Kuvassa 3 on esitetty rakennushankkeeseen liittyviä eri toimijoita.



Kuva 3. rakennushankkeessa mukana olevat eri toimijat /12/

3.4 Urakkamuodot

Valvojan on tärkeää ymmärtää eri urakkamuotojen erot, koska urakkamuoto vaikuttaa merkittävästi urakkasopimusten sisältöön. Urakkamuoto määrittelee ehdot urakoitsijan ja rakennuttajan väliselle toiminnalle. Urakkamuoto määräytyy sopimuksissa olevan urakkahinnan maksuperusteen sekä suoritusvelvollisuuden laajuuden mukaan. Urakoitsijoiden välisten suhteiden mukaan voidaan myös jaotella urakkamuotoja ja mikäli näin on, urakkamuodot jakautuvat pää-, ali-, sivu-, osa-, ja erillisurakoihin. Taulukossa 1 on esitetty rakennushankkeissa käytössä olevat yleisimmät urakkamuodot.

Taulukko 1. Rakennushankkeiden yleisimmät urakkamuodot

| Urakkamuoto | Sopimussuhteet |
|----------------|--|
| Kokonaisurakka | <ul style="list-style-type: none"> Kokonaisurakassa rakennuttaja tekee sopimuksen hankkeen pääurakoitsijan kanssa Pääurakoitsija on vastuussa aliurakoitsijoista ja heidän tekemistään työsuorituksista. Kokonaisurakassa rakennuttaja tilaa kohteen suunnittelun, joten suunnittelijat ovat sopimussuhteessa rakennuttajan kanssa. |
| KVR-urakka | <ul style="list-style-type: none"> KVR-urakka eli kokonaisvastuurakentaminen. |

| | |
|---------------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • KVR-urakassa rakennuttaja on sopimussuhteessa vain urakoitsijaan ja urakoitsija vastaa rakennushankkeen toteutuksesta suunnitteluineen ja kokonaiskoordinoituneen. • Tässä urakkamuodossa myös suunnittelijat toimivat urakoitsijan alaisena. |
| Jaettu urakka | <ul style="list-style-type: none"> • Jaetussa urakkamuodossa urakka jaetaan useamman urakoitsijan tehtäväksi • rakennuttaja on sopimussuhteessa usean urakoitsijan kanssa. |
| Kokonaishintaurakka | <ul style="list-style-type: none"> • Kokonaishintaurakassa määritellään rakennustyölle kiinteä kokonaishinta jota vastaan urakoitsija sitoutuu tekemään sovitun työsuorituksen. |
| Laskutyöurakka | <ul style="list-style-type: none"> • Laskutyöurakassa työsuoritusta vastaava hinta määräytyy urakoitsijan tuntihinnasta, urakoitsijan työkalujen, koneiden ja laitteiden käyttämisestä ja veloitus hinnoista ja muista kustannuseristä, jotka rakennuttaja sopii urakoitsijan kanssa. |

3.5 Valvojan ja tilaajan välinen sopimus

Maankäyttö- ja rakennuslaissa 41/2014 119 § on määritelty rakennushankkeeseen ryhtyvän huolehtimisvelvollisuus seuraavalla tavalla: ”*Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan mukaisesti. Rakennushankkeeseen ryhtyvällä on oltava hankkeen vaatimus huomioon ottaen riittävät edellytykset sen toteuttamiseen.*

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava myös siitä, että rakennushankkeessa on kelpoisuusvaatimukset täyttävät suunnittelijat ja työnjohtajat ja että muillakin rakennushankkeessa toimivilla on heidän tehtäviensä vaatimus huomioon otettuna riittävä asiantuntemus ja ammattitaito.” /13./

Tästä voidaankin päätellä, että viime kädessä rakennushankkeeseen ryhtyvällä on lopullinen vastuu rakentamisen kelpoisuudesta. Rakennustyön valvonta voidaan suorittaa tilaajan tai ulkopuolisen konsultin toimesta, mutta monesti tilaajalla ei itsellään ole ammattitaitoa tai resursseja varmistaa, että kaikki MLR 119 § mukaiset huolehtimisvelvollisuuden osa-alueet täyttyvät rakennushankkeen aikana. Suositeltavaa on, että valvontaa suorittavat henkilöt eivät ole sopimussuhteessa urakoitsijaan, aliurakoitsijaan tai muutenkaan rakennustyötä suorittavaan tahoon.

Tästä syystä hankkeeseen palkataan ulkopuoliset erilliset valvojat, vastuhenkilöt tai työvaiheiden tarkastajat, jotka valvovat tilaajan puolesta, että rakentaminen toteutetaan sitä koskevien sopimusten, asetusten, lakien ja viranomaisohjeiden mukaisesti, hyvää rakennustapaa noudattaen. /14./

Rakennushanketta koskevissa sopimusasiakirjoissa on määritelty vastuut, tehtävät ja huolehtimisvelvollisuudet rakennushankkeen eri osapuolille. Ne koskevat muun muassa rakennuttajaa, tilaajaa, suunnittelijoita, urakoitsijoita ja konsultteja.

Valvojan ollessa sopimussuhteessa rakennuttajaan, määräytyvät valvojalle asetettavat vaatimukset rakennuttajan ja urakoitsijan välisten sekä rakennuttajan ja konsultin välisten sopimusasiakirjojen mukaan.

Suomessa urakkasopimuksiin pätee sopimusvapaus ja näin ollen sopimusten osapuolet voivat itse määritellä sopimuksensa sisällön. Jotta sopimukset eivät olisi hyvän tavan vastaisia eivätkä rikkoisi lakia ja olisivat muutenkin reiluja kaikkien sopimusten osapuolten kannalta, ne perustuvat monesti Suomessa käytettäviin yleisiin sopimusehtoihin. Näiden ohjaavien tekstien tarkoituksena on määritellä mm. rakennusosapuolten tehtävät, vastuut ja velvoitteet urakkasopimukseen, sekä yhtenäistää urakkasopimusten suorituskäytäntöjä. /15./

Yksi tärkeimmistä valvontatyötä koskevista sopimusasiakirjoista on konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot KSE 2013. Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot -asiakirjaa käytetään tilaajan ja konsultin välisissä toimeksiantoissa. Nämä toimeksiannot voivat olla muun muassa rakennuttamis-, valvonta-, selvitys- ja suunnittelutehtäviä sekä rakentamiseen ja tuotekehitystyöhön liittyviä tehtäviä. Konsulttitoiminnan yleisissä sopimusehdoissa käsitellään konsultin ja tilaajan velvollisuuksia ja vastuita, sopimuksen mukaisia veloitusterusteita, hankkeeseen liittyvää ja konsultin tuottamaan aineistoon liittyviä sopimusehtoja sekä aikatauluun, sopimuksen purkamiseen ja siirtämiseen ja erimielisyyksiin ja niiden ratkaisemiseen liittyviä sopimusehtoja. Konsulttitoiminnan sopimusehtojen avulla määritellään siis valvojan tehtävät, vastuut ja velvoitteet konsulttisopimukseen. /16./

3.5.1 Valvonnan merkitys tilaajalle

Kuten kappaleessa 4.5 jo mainittiin, Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan koko rakennushankkeen perusvastuu rakentamista ja rakentamista koskevien säännösten ja määräysten noudattamisessa on rakennushankkeeseen ryhtyvällä itsellään. Näin ollen hänen vastuullaan on myös rakennustyön tarpeenmukaisesta valvonnasta ja tarkastamisesta huolehtiminen.

Yleisesti valvonnan päätavoitteena ovat tehdyn työn laadun ja sopimuksenmukaisuuden varmistaminen, ongelmien ja virheiden ennalta ehkäiseminen, aikatauluseuranta ja taloudellisten tavoitteiden toteutumisen varmistaminen. Ongelmien ja virheiden ennalta ehkäiseminen tapahtuu valvojan ammattitaidon avulla. Aikataulun sekä taloudellisten tavoitteiden toteutumisen valvonnalla varmistetaan rakennushankkeen valmistuminen suunnitellun aikataulun ja sovitujen kustannusten mukaisesti. /17./

Valvoja toimii rakennushankkeessa rakennuttajan neuvonantajana ja luottohenkilönä, joka valvoo, että tehty työ vastaa rakennuttajan asettamia vaatimuksia ja tavoitteita ja näin ollen valvonnan tarkoituksena on ensisijaisesti suojella rakennuttajan omia intressejä. Valvoja toimii myös osapuolten välisenä yhteyshenkilönä, ja valvonnan tavoitteiden kannalta onkin tärkeää, että rakennushankkeen osapuolten välinen yhteystyö sujuu ongelmitta. Näin ollen

valvonta ei pelkästään suojele rakennuttajan etuja, vaan sen avulla mahdollistetaan myös muiden rakennuttajalle määriteltujen velvollisuuksien toteuttamista, kuten velvollisuus informoida urakoitsijaa mahdollisista ongelmista tai mahdollisista riskitekijöistä, jotka valvoja on työtään suorittaessaan havainnut. Mikäli taas urakoitsija esittää huomautuksen rakennuttajan toiminnasta esimerkiksi työmaapäiväkirjassa olevalla merkinnällä, valvojan kuitattua työmaapäiväkirjan luetuksi voidaan katsoa tiedon tulleen myös rakennuttajan tietoon. Rakennuttajan suorittama valvonta ei kuitenkaan vähennä eikä rajoita urakoitsijan omaa sopimuksenmukaista laadunvalvonnan suorittamista tai vastuuta. Normaalisti valvojan tehtäviin ei kuulu viranomaisvalvonta, mutta mikäli valvoja suorittaa viranomaisvalvontaan liittyviä toimenpiteitä niistä on sovittava erikseen viranomaisten, valvontaa suorittavan tahon sekä rakennuttajan kanssa. /17./

Rakennuttajalle valvojan asiantuntemuksesta on hyötyä myös ristiriitatilanteissa, joissa syntyy konflikti esimerkiksi urakoitsijan kanssa. Valvoja tuntee rakennushankkeen osapuolten vastuut, velvollisuudet, oikeudet ja sopimusasiakirjojen ja suunnitelmien sisällön ja näin ollen pystyy auttamaan rakennuttajaa ristiriitatilanteiden ratkaisemisessa. Sopimusosapuolten ristiriitatilanteet pyritään ratkaisemaan keskinäisin neuvotteluin, joissa ratkaisua etsitään sopimusasiakirjojen ja määräysten avulla. Ristiriidat voidaan pahimmassa tapauksessa joutua ratkaisemaan oikeusteitse, mikäli ratkaisua ei löydetä keskinäisten neuvotteluiden avulla. /18./

3.6 Urakoitsijan ja suunnittelijan vastuut ja velvollisuudet

3.6.1 Urakoitsijan vastuu ja velvollisuudet

Urakoitsijan vastuut ja velvollisuudet on määriteltävä urakoitsijan ja tilaajan välisessä urakkasopimuksessa ja siinä määrätyissä sopimusasiakirjoissa, mutta näitä sääntelevät kuitenkin etenkin yleiset sopimusoikeudelliset periaatteet, hyvä rakennustapa, kauppatala sekä lainsäädäntö. Urakka-asiakirjoissa määritetään myös valvojan valtuudet urakoitsijan suuntaan.

Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot ovat tarkoitettu ammattimaisen rakennuttamisen sääntelemisen yleisiksi sopimusehdoiksi, elinkeinoharjoittajien välisiin rakennusurakkasopimuksiin. YSE 1998:ssa valvontaan selvästi liittyvät kohdat ovat 59–62 § sekä valvojalle liittyviä tehtäviä on esitetty myös rakennushankkeen osapuolten välisiä kokouksia ja toimituksia koskevissa pykälissä 65-72 §. YSE 1998:ssa on määritetty työmaan valvontatehtävien toteuttamiseen liittyviä tilaajavastuita, jotka perustuvat tilaajan myötävaikutusvelvollisuuteen. /16./

Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998 määrittelevät urakoitsijan velvollisuuden seuraavalla tavalla: ” 1 § *Pääsuoritusvelvollisuus: Urakoitsija on velvollinen sovittua urakkahintaa tai muuta maksuperustetta vastaan tekemään kaikki urakkasopimuksen ja siinä noudatettaviksi määrättyjen sopimusasiakirjojen edellyttämät työt ja toimenpiteet sekä hankinnat aikaansaadaan näissä asiakirjoissa määritetyn työntuloksen ja luovuttamaan sen sopimusasiakirjojen mukaisesti tehtynä valmiina tilaajalle*” /17./

Urakoitsija vastuuseen sisältyy urakkasopimuksen ja siinä määrättyjen sopimusasiakirjojen mukainen toteuttaminen. Urakoitsijan vastuuseen kuuluvat muun muassa YSE 1998 24-25 § mukaan määritettyjen sopijapuolten yleisten vastuiden velvollisuudet ja lisä- ja muutostyöt sekä muut sopimuksen perusteella hänelle kuuluvat velvollisuudet. Urakoitsijan edellytetään tulkitsevan alan asiantuntijana sopimusasiakirjoissa olevia tutkimustuloksia ja tietoja.

Sopimusasiakirjoissa on määritetty urakoitsijalle myös tiettyjä laadunvarmistuskriteerejä, joita urakoitsijan on noudatettava ja hänen on meneteltävä siten, että sopimuksen mukainen laatu varmasti saavutetaan. Urakoitsijalla on velvollisuus tarkastaa itse suoritusvelvollisuuteensa kuuluvan työn laatu ja tarvittaessa korjattava mahdolliset puutteet ja virheet ennen kuin sovittu urakkasuoritus luovutetaan tilaajalle. /17, § 9./

3.6.2 Suunnittelijan vastuu ja velvollisuudet

Suunnittelijat ovat konsultteja, jotka ovat urakkamuodosta riippuen sopimussuhteessa rakennuttajaan tai urakoitsijaan. Suunnittelijoiden velvollisuutena

on luovuttaa sopimustenmukainen sovittu työsuoritus toiselle sopimuksen osapuolelle sovittua korvausta vastaan. MRL 120 a §:ssä on määrätty pääsuunnittelijan velvollisuuksista, joiden mukaan rakennuksen suunnittelussa täytyy olla suunnittelun kokonaisuudesta ja laadusta vastaava henkilö, jonka tehtävänä on huolehtia, että rakennus- ja erityissuunnitelmat muodostavat kokonaisuuden siten, että ne täyttävät rakentamista koskevat määräykset ja säännökset ja ne noudattelevat muutenkin hyvää rakennustapaa. Pääsuunnittelijan tehtäviin lukeutuu muun muassa suunnitelmien riittävästä laajuudesta ja laadusta huolehtiminen ja kaikkien hankkeen suunnitelmien yhteensopivuuden tarkastaminen. Pääsuunnittelijan on myös huolehdittava, että suunnittelua koskevat tiedot, jotka ovat merkityksellisiä rakennuttajan huolehtimisvelvollisuuksien kannalta, tulevat rakennuttajan tietoon. /17./

TATE-valvojat ovat yleensä tekemisissä rakennushankkeen LVI-, sähkö- ja rakennusautomaatiosuunnittelijoiden kanssa. MRL 120 c § mukaan *”Tarvittavan erityissuunnitelman laatii erityissuunnittelija. Erityissuunnittelijan on huolehdittava, että hänellä on käytössään suunnittelussa tarvittavat lähtötiedot, ja että erityissuunnitelma täyttää rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä hyvän rakennustavan vaatimukset. Lisäksi hänen on tehtävä erityissuunnitelmaan rakennustyönaikaiset muutokset sekä laadittava 117 i §:n mukainen rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje oman erityisalansa osalta.*

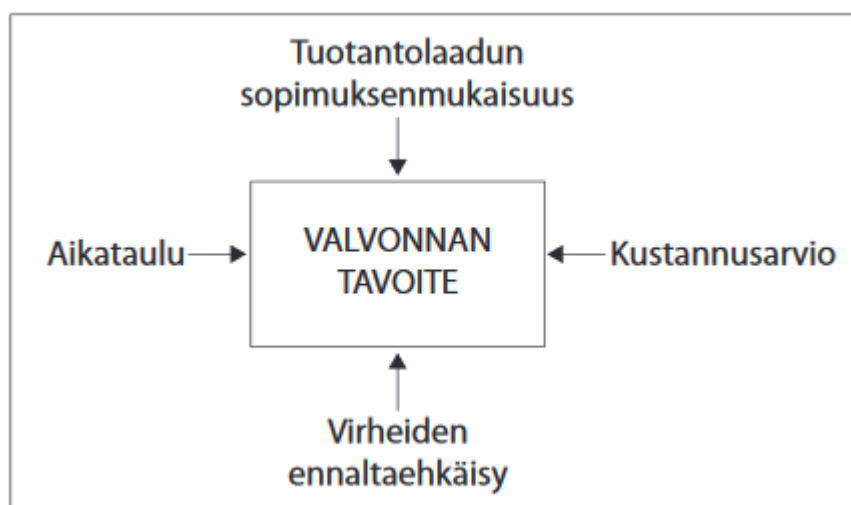
Jos erityissuunnitelman on laatinut useampi kuin yksi erityissuunnittelija, rakennushankkeeseen ryhtyvän on nimettävä heistä yksi tämän erityisalan kokonaisuudesta vastaavaksi erityissuunnittelijaksi. Vastaavan erityissuunnittelijan on huolehdittava, että erillistehtävinä laaditut suunnitelman osat muodostavat keskenään toimivan kokonaisuuden.” /13./

Edellä mainittujen velvollisuuksien lisäksi suunnittelijoiden on suoritettava yleisvalvontaa laatimiensa suunnitelmien toteuttamisesta sekä heidän on tarvittaessa annettava täsmentäviä ja täydentäviä ohjeita suunnitelmiin liittyen.

3.7 Rakennushankkeen talotekninen valvonta

Rakennushankkeen talotekninen valvonta käsittää rakennuksen LVIJAS-järjestelmien teknisten töiden valvonnan. Valvontaa suoritetaan siis lämmitys-,

vesi-, ilmanvaihto-, jäähdytys-, rakennusautomaatio- sekä sähköjärjestelmiin. Valvonnan tarkoituksena on varmistaa edellä mainittujen osa-alueiden teknisten, laadullisten ja taloudellisten vaatimusten täyttyminen. Valvontatyön tavoitteena on varmistaa, että rakennuksen talotekniset järjestelmät suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien ohjeiden ja säännösten sekä tilaajan käyttötarpeen ja toiveen mukaisesti. Valvontatyö painottuu varmistamaan erilaisin menetelmin rakennuksen suunnitelmien mukaisuus ja sille asetettujen tavoitteiden täyttyminen elinkaarensa aikana. /19./ Kuvassa 4 on esitetty valvonnan lähtökohtaisten tavoitteiden muodostuminen.



Kuva 4. valvonnan lähtökohtaisten tavoitteiden muodostuminen /19, s. 10/

Rakennushanke jaetaan yleensä yhteentoista eri vaiheeseen, joita ovat tarveselvitys, hankesuunnittelu, suunnittelunvalmistelu, ehdotussuunnittelun ohjaus, yleissuunnittelun ohjaus, rakennuslupatehtävät, toteutussuunnittelun ohjaus, rakentamisen valmistelu, rakentaminen, käyttöönotto ja takuu aika. /20./

Rakennushanke alkaa aina tarveselvityksestä, jota seuraa hankesuunnittelu. Hankesuunnittelun tarkoituksena on laatia hankesuunnitelma, joka toimii hankkeen kokonaissuunnitelmana. Hankesuunnitelmassa on esitetty hankkeen tärkeimmät tiedot ja siihen on dokumentoitu muun muassa toimeksiantoon kuvaus, toteutettavat tulokset, tavoitteet ja toiveet, riskit, hankeorganisaatio, sidosryhmät, ylläpito-organisaatio, käytännöt, ohjausmekanismi ja hyväksynyt, kustannusarvio ja rahoitus, viestintä sekä aikataulu ja resurssit.

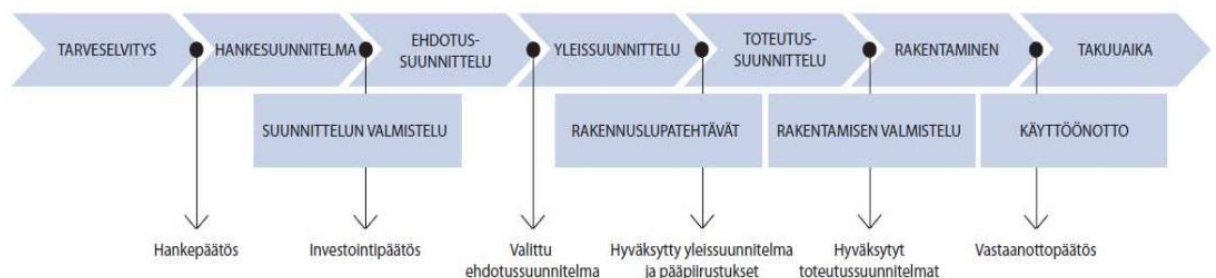
Talotekninen valvonta alkaa monesti rakentamisvaiheessa, mutta valvonta voi olla läsnä hankesuunnittelusta takuuaajan loppuun asti. Mikäli hankkeen valvontatyöt alkavat jo hankesuunnittelu vaiheessa, valvojan tehtävä hankesuunnittelussa on toimia asiantuntijana tilaajalle. Valvojan tehtäviin kuuluvat muun muassa hankkeen toteutettavuuden, tarkoituksenmukaisuuden ja mahdollisten riskien arviointi sekä suunnittelun valvonta. Hankesuunnitelman valmistuttua valvoja tarkastaa suunnitelman ennen kuin se toimitetaan tilaajalle hyväksyttäväksi. /20, s. 16./

Rakennukseen tulevat tarvittavat tekniset järjestelmät määritellään hankesuunnitteluvaiheessa. Hankesuunnitteluvaiheessa on tärkeää, että rakennuttajan edustaja on tietoinen käyttäjän tarvitsemista erillisjärjestelmistä, sillä hankesuunnitteluryhmä tarvitsee mahdollisimman tarkat lähtötiedot suunnittelun tueksi. Rakennuttajan edustajan tehtävänä on myös selvittää mahdolliset erillisjärjestelmien hankintaan ja suunnitteluun liittyvät vastuurajat. /21./

Toteutussuunnitelmiksi kutsutaan suunnitelmia, joiden perusteella rakennushanke aiotaan toteuttaa ja näiden suunnitelmien perusteella urakoitsija alkaa toteuttamaan suunniteltua kokonaisuutta. Toteutussuunnitelmat on laadittu hankesuunnitelman ja muiden hankkeeseen liittyvien asiakirjojen perusteella. Taloteknisiä toteutussuunnitelmia ovat muun muassa vesi- ja viemärijärjestelmiä, ilmanvaihtojärjestelmiä, lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmiä, sähköjärjestelmiä sekä automaatiojärjestelmiä koskevat suunnitelmat. /20, s 16./

Seuraava vaihe valvontaprosessissa on rakentaminen. Valvonnan osalta rakentamisvaihe alkaa perehtymällä urakkasopimusasiakirjoihin, selvittämällä hankkeen osapuolet, oma rooli ja tehtävät hankkeessa. Valvojan tulee selvittää urakkamuoto ja sitä kautta hankkeen osapuolten väliset sopimussuhteet sekä tutustua hankkeen suunnitelmiin ja aikatauluun. Tässä vaiheessa valvojalla on ensimmäinen mahdollisuus ennalta ehkäistä mahdollisia tulevia ongelmia, mikäli hän löytää suunnitelmista poikkeamia tai ristiriitoja, muiden hankkeen asiakirjojen kanssa. Seuraavaksi laaditaan hankekohtainen valvontasuunnitelma, tarkastetaan ja kommentoidaan urakoitsijan laatusuunnitelmaa,

järjestetään laatupalaveri urakoitsijan kanssa, jossa konkretisoidaan valvontasuunnitelma ja laatusuunnitelma käytännönkokonaisuudeksi sekä tässä vaiheessa on hyvä mahdollisuus päästä muutenkin tutustumaan urakoitsijaan ja luomaan yhteishenkeä jo rakentamisen alkumetreiltä lähtien. Itse rakennusvaiheen aikana, seurataan ja dokumentoidaan työmaalla sopimusasiakirjojen mukaisen laadun, aikataulun ja kustannusten toteutumista. /22./ Kuvassa 5 on esitetty rakennushankkeen eri vaiheet ja niitä seuraavat välivaiheet.



Kuva 5. Rakennushankkeen vaiheet /23/

RT 16-11123 -kortissa on kerrottu ”keskeisimmät työmaalla tapahtuvat valvojan taloteknisiin järjestelmiin sisältyvät valvontatehtävät.” Kyseistä RT-korttia voidaan käyttää ”Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelon (HJR 12) kohdan 1 4.2 mukaisen rakentamisen taloteknisten töiden työmaavalvonnan tehtävien määrittelyyn sekä suorassa rakennuttajan ja taloteknisten töiden työmaavalvonnan välisessä valvontasopimuksessa.” /24./

Eri taloteknisten järjestelmien valvonnassa tulee ottaa huomioon järjestelmien erityispiirteet ja tämän takia valvojalta vaaditaan alan asianmukaista asiantuntemusta ja koulutusta. Taloteknistävalvontaa tulisi hoitaa henkilö, jolla on alan koulutus ja riittävästi kokemusta. TATE-valvojalla tulisi etenkin olla yleisten sopimusehtojen ja viranomaismääräysten tuntemus. Tästä syystä rakennushankkeessa on erilliset sähkö- ja LVI-valvojat, jotka suorittavat yhdessä taloteknistä valvontaa. Rakennusautomaatio on yleensä ajallisesti ja taloudellisesti pieni osuus rakennushankkeen talotekniikasta ja siksi hankkeeseen ei

palkata erillistä RAU-valvojaa, vaan RAU-valvonnan hoitavat LVI- ja sähkövalvojat. Rakennusautomaatio yhdistää sähkö- ja LVI-järjestelmät, joten myös siksi LVI- ja sähkövalvojien on todella tärkeää ymmärtää rakennusautomaatiojärjestelmän toiminta, komponentit ja siihen liittyvät ohjeet ja säännökset. /20./

RT 16-11123 -tehtäväluettelossa käydään läpi valvontatyön suoritustavat, valvojan pätevyudet, työmaan turvallisuuden ja ympäristön valvontaa, ajallista ja taloudellista valvontaa, teknisen toteutuksen laadunvalvontaa, käytönopastuksen sekä vastaanottovaiheen valvontaa ja dokumentointiin ja takuu-aikaan liittyvät tehtävät. /24./

3.8 RAU-valvonta

3.8.1 Valvonnan tavoitteet

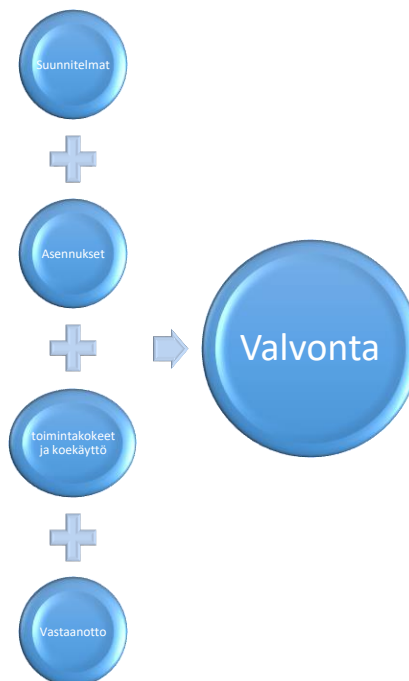
RAU-valvonnan tavoitteet eivät juurikaan eroa muista TATE-valvojille tai ylipäätään rakennushankkeen valvonnalle asetetuista tavoitteista. Valvonnan erot liittyvät valvonnan alla olevien järjestelmien komponentteihin ja niiden toimintaan. Rakennusautomaatio palvelee ja yhteensovittaa LVI- ja sähkötekniikan järjestelmiä. RAU-valvonnan yhtenä tavoitteena on varmistaa laitejärjestelmien toimivuus ja laatu sekä järjestelmän laitteistojen ja ohjelmistojen toimintavalmius. Valvonnan avulla voidaan myös varmistaa talotekniikan energia- ja kustannustehokkaan toiminnan toteutuminen. Rakennusautomaatiovalvontaa suorittavan henkilön on tunnettava LVI-alan lisäksi myös muut talotekniikan alat ja järjestelmät, joita ovat muun muassa sähkö-, kylmä- ja palotekniikka.

Sähkötyökortti ST 711.04 määrittelee rakennuttajan RAU-toteutusvalvonnan seuraavasti: ” *Urakoitsijan oman valvonnan lisäksi tilaaja tai rakennuttaja suorittaa omaa toteutusvalvontaansa, jonka tarkoituksena on rakennusten laitejärjestelmien laadun ja toimivuuden varmistaminen. Valvontatyön tulee olla suunnitelmallista, virheitä ennalta ehkäisevää ja työsuoritusta edistävää. Toteutusvalvonta on aina annettava asiantuntevan henkilöstön tehtäväksi, jotta pystytään varmistamaan järjestelmän laitteistojen ja ohjelmistojen toimintavalmius*

ja -kyky sekä rakennetun järjestelmän vastaavuus suunnitelmien kanssa.”
/25./

4 RAKENNUSAUTOMAATIOVALVONTAPROSESSI

Seuraavassa kappaleessa käydään TATE-valvojan näkökulmasta rakennusautomaatiovalvontaprosessi lävitse. Kun hankkeessa ei ole ns. omaa RAU-valvojaa, on LVI- ja sähkövalvojan sovittava yhteisesti työnjako, että kuka hoitaa ja mitä. Etenkin rakennusautomaation ja sähkön työselostukset on yhteensovitettava. Yleisesti valvontaprosessi käsittää paljon muutakin, mutta alla on pyritty painottamaan asia rakennusautomaatioon. Kuvassa 6 on esitetty rakennusautomaatiovalvontaprosessin päävaiheet.



Kuva 6. Rakennusautomaatiovalvontaprosessin päävaiheet

4.1 Rakennushankkeen alkuvaihe

Rakennushankkeen valvontaprosessi alkaa rakennushankkeeseen ja sen asiakirjoihin perehtymisellä. Valvonnan kannalta oleellista on perehtyä suunnitelmiin, jotta voidaan tarkastaa, että tilaajan esittämät tavoitteet on huomioitu ja suunnitelmat ovat toteutuskelpoiset. /25./ Kuvassa 7 on esitetty rakennusautomaatiojärjestelmiin liittyvät suunnitelmat.



Kuva 7. Yleisimmät rakennusautomaatiosuunnitelmat

Suunnitelmiin perehtymisen jälkeen on hyvä järjestää yhteinen TATE-aloituspalaveri, jossa on paikalla urakoitsijat sekä valvojat ja tarvittaessa myös suunnittelijat. Hankkeen laajuudesta riippuen voidaan järjestää aloituspalaveri LVIA- ja sähköurakoitsijoiden ja -valvojien kanssa yhteisesti, mutta monesti sähkö- ja LVIA-valvojat järjestävät omat palaverinsa, joissa käydään lävitse vain rakennushankkeen sähkö- tai LVIA-asioita. Hankkeen kannalta olisi kuitenkin hyvä saada kaikki LVIA- ja sähköurakoitsijat samaan aloituspalaveriin, sillä samalla voidaan käydä lävitse työn vaiheistusta ja keskustella mahdollisista ristiriidoista saman tien. /22./

Aloituspalaverin tarkoituksena on varmistaa, että kaikilla on selkeä käsitys halutusta työn lopputuloksesta ja samalla tavataan henkilöt, joiden kanssa tulaa työskentelemään koko hankkeen ajan. Aloituspalaverissa tarkastellaan suunnitelmissa ilmenneitä mahdollisia ristiriitoja ja näin saada suunnitelmissa ilmenneet mahdolliset muutos- ja korjaustarpeet, puutteet ja parannukset esille ajoissa. /22./

Rakennushankkeen alkuvaiheen asiakirjoja, jotka valvojan tulisi laatia, tarkastaa ja arkistoida, ovat muun muassa valvontasuunnitelma, urakoitsijan laatusuunnitelma ja laatupalaverimuistio. /22./

4.2 Rakennushankkeen rakentamisvaihe

Alkuvaiheen jälkeen alkaa itse rakennusvaihe, jossa valvojan tehtävänä on yhteensovittamisen ja muun tiedonvälittämisen lisäksi varmistaa, että asennukset eli tässä tapauksessa kaapeloinnit, kenttälaitteiden ja alajakokeskusten kytkennät ja grafiikat tehdään suunnitelmien mukaisesti. Tärkeää on seurata, että asennukset asennetaan noudattaen yleistä hyvää rakennustapaa ja laatua sekä, että ne on tehty ajallaan. Näin varmistetaan, että asennukset kulkevat rinnan muiden rakennustöiden kanssa. Valvojan tulee seurata ja dokumentoida työmaalla sopimusasiakirjojen mukaisen laadun, aikataulun ja kustannusten toteutumista.

Valvojien tulee seurata ja ylläpitää urakoitsijoiden yhtenäistä ja muiden rakennushankkeen osapuolten välistä tiedonvaihtoa tekemällä siitä suunnitelmallinen prosessi, jonka avulla tarkennetaan suunnittelua ja lisätään hankkeen osapuolten yhtenäistä tiedonvaihtoa. Monesti rakennusautomaatiourakan ristiriidat ja ongelmat paljastuvat usein vasta toteutuksen loppuvaiheessa, joten säännöllisesti pidetyt palaverit ja kokoukset mahdollistavat rakennushankkeen osapuolten samanaikaisen tiedonvaihdon, jonka avulla mahdolliset ongelmat ja ristiriidat saadaan esille mahdollisimman aikaisessa vaiheessa rakennushanketta. /25./

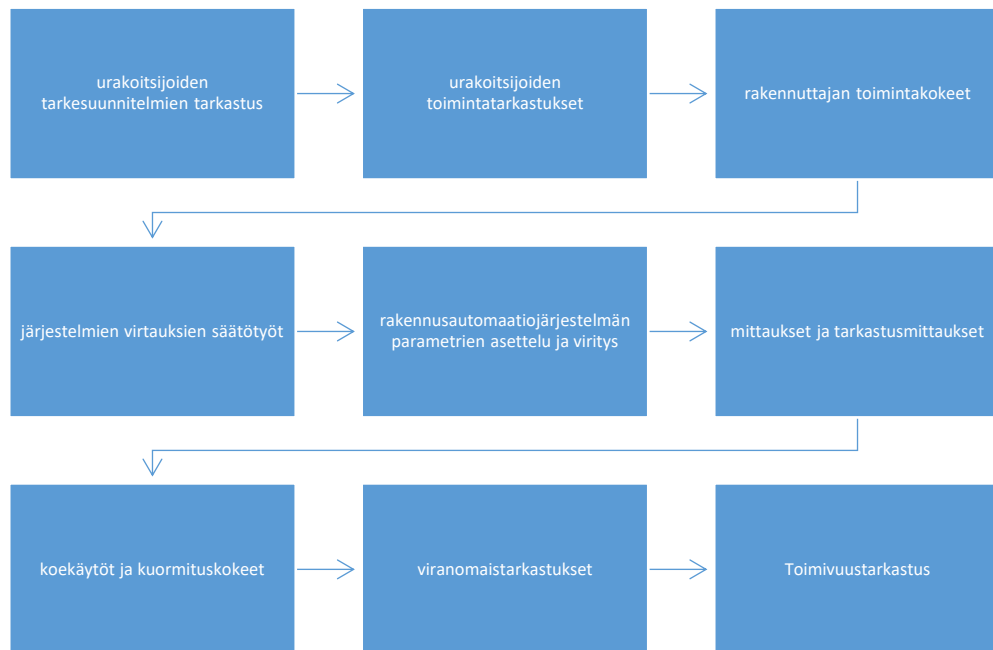
Rakennusvaiheen asiakirjoja, jotka valvojan tulisi laatia, tarkastaa ja arkistoida ovat muun muassa valvontamuistiot ja -raportit, katselmus- ja tarkastuspöytäkirjat, lisä- ja muutostyötarjoukset, keskeiset sähköpostit ja päätökset sekä ajantasaiset suunnitelmat. /25./

4.3 Rakennushankkeen vastaanottovaihe

Rakennustöiden valmistuttua alkaa rakennushankkeen vastaanottovaihe. Vastaanottovaiheen tarkoituksena on varmistaa, että asennettu LVIAS-tekniikka vastaa suunnitelmien mukaista toteutusta ja laatutasoa. Vastaanottovaiheen avulla varmistetaan vielä, että lopputulos vastaa sille asetettuja tavoitteita sekä LVIAS-tekniikka on rakennettu niin valmiiksi, että tarvittavat käyttö- ja yl-

läpitovalmiudet täyttyvät. Rakennuttajan, valvojien, suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden on kuitenkin jo hankkeen alusta lähtien suoritettava yhteistyössä jatkuvaa, järjestelmällistä ja ennakoivaa laadunvarmistusta, jotta vastaanottovaiheen vastaanottotarkastuksessa voidaan todeta hankkeen toteutus sopimusasiakirjojen mukaiseksi sekä kaikki laadunvarmistustoimenpiteet ja tarkastukset hyväksytysti suoritetuksi ja dokumentoiduksi. vastaanottotarkastuksessa työsuoritus luovutetaan rakennuttajalle. /26./

RAU-valvontaa suorittavan valvojan tulisi hyvissä ajoin ennen vastaanottoa käydä vielä lävitse urakkasopimusasiakirjat, jotta käsitys halutusta työnloputuloksesta on varmasti tiedossa, varmistaa, että vastaanottovaiheen toimenpiteiden aikataulutus ja suunnittelu tehdään riittävän ajoissa, järjestää laatupalaveri, jossa sovitaan urakoitsijan kanssa vastaanottovaiheen käytännöistä sekä tehtävistä. Vastaanottovaiheen tärkeimpiä tehtäviä RAU-valvonnan kannalta on varmistaa, että tarvittavat ja suunnitellut laadunvarmistustoimenpiteet on tehty. Laadunvarmistustoimenpiteitä ovat muun muassa mittaukset ja säädöt ja niiden tarkastusmittaukset, toimintakokeet, käytönopastukset, puhtauskatselmukset, itselleluovutukset ja niiden korjaukset sekä valvojan tekemät tarkastukset. Valvojan on myös tarkastettava urakoitsijan laatiman punakynäsarjat ennen niiden lähettämistä suunnittelijoille. Luovutusmateriaalin tarkastus sekä huoltokirjaan liittyvien asioiden varmistus kuuluvat myös valvojan tehtäviin. Kuvassa 8 on esitetty rakennusautomaatiovalvontaprosessin vastaanottovaiheeseen sisältyvät tehtävät.



Kuva 8. Vastaan- ja käyttöönottoon sisältyvät tehtävät

Vastaanottovaiheen asiakirjoja, jotka valvojan tulisi laatia, tarkastaa ja arkistoida ovat muun muassa virhe- ja puutelistat, laadunvarmistustoimenpiteiden pöytäkirjat ja muistiot, vastaanottovaiheen laatupalaverimuistio, vastaanotto-tarkastuspöytäkirja, jälkitarkastuspöytäkirja, takuutodistukset, vakuustodistukset ja luovutuspiirustukset.

Valvojan valvonnassa suoritettava toimintakoe tehdään vasta, kun urakoitsija on ilmoittanut kohteen olevan niin valmis, että se täyttää asiakirjoissa määritelty toimintakoe-edellytykset. Toimintakoe-edellytyksiä ovat muun muassa tilojen puhtaus ja valmius niin, että kojeita voidaan käyttää normaalisti, lämmitys- ja jäähdytysverkot on mitattu ja esisäädetty, IV-koneet, kanavistot ja ilmanjakolaitteet on puhdistettu ja rakennusaikaiset pöllysuojat poistettu, kaikki sähkökeskukset ovat toimintakunnossa siten, että virta tulee kojeisiin ja säätölaitteisiin, lopullisia johdinyhteyksiä myöten, kojeiden ohjaukset, pyörimissuunnat, hälytykset ja lukitukset on testattu urakoitsijan toimesta, säätö- ja valvontalaitteisiin on asetettu ohjeasetusarot ja järjestelmät on esiviritetty.

RAU-laitteiden toimintakokeissa tulee huomioida etenkin seuraavat kohdat:

- toimintalaitteiden liikesuunnat ovat oikeat

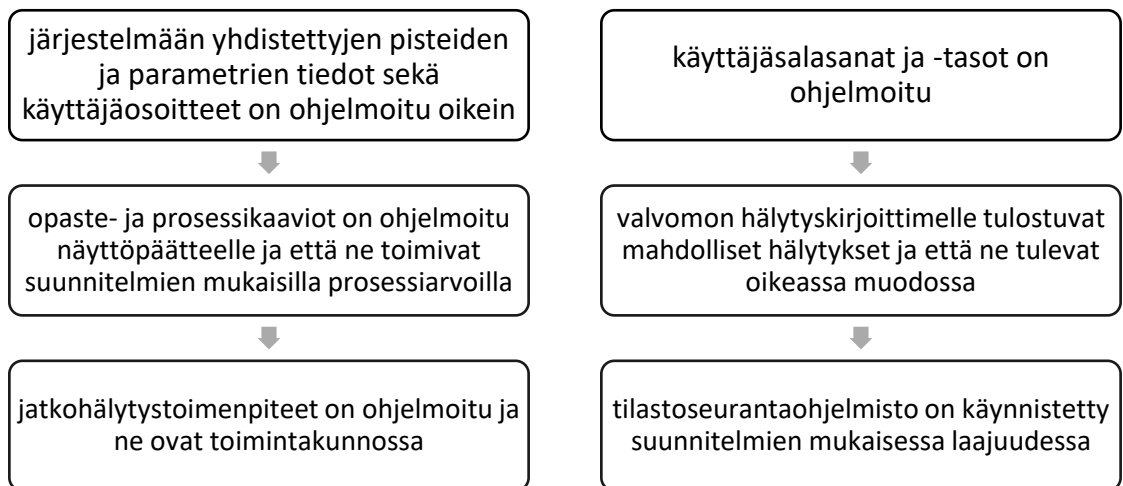
- ohjaukset, käyttötilavalvonnat ja hälytykset toimivat
- mittausarvot ovat oikealla alueella
- kojeiden väliset sähköiset ja ohjelmalliset pakkokytkennot ja lukitukset toimivat kaikissa käyttötilanteissa
- pisteluetteloon merkityt käyttö- ja aikaohjelmat, raja-arvot yms. on ohjelmoitu ja ne toimivat suunnitellusti
- säätöpiirien porrasukset toimivat halutulla tavalla ja kompensointikäyrät, keskiarvolaskennat yms. on ohjelmoitu oikealla tavalla

Kun toimintakokeet on suoritettu hyväksytysti, automaatiourakoitsija virittää säätöpiirien toiminnan ja asettelee asetus- ja raja-arvot, jotta lopulliset säädöt ja mittaukset voidaan suorittaa. Säätöpiirikohtaisten trendiajojen avulla todennetaan viritysten onnistuminen ja näistä trendiajoista saadut tulokset ja käyrät tulee valvojan tarkastaa ja hyväksyä.

Säätöjen virityksissä ja niiden tulosten tarkastamisessa on huomioitava kuormitusolosuhteet, sillä, jos vastaanotto tehdään esimerkiksi talvella, joudutaan jäähdytyslaitteiden lopulliset viritykset tarkastamaan kesällä.

Kun laitteiden lopulliset viritykset on tehty LVIS- ja automaatiourakoitsijan toimesta, suoritetaan rakennukselle koekäyttö, jossa tutkitaan laitteistojen kokonaistoimintaa normaaleissa käyttöolosuhteissa

Valvojan on paneuduttava myös valvomolaitteiston ja ohjelmistojen tarkastamiseen. Valvomolaitteistojen ja ohjelmistojen valvontaa ja tarkastuksia tehdään koko rakennushankkeen ajan. Kuvassa 9 on esitetty vastaanottovaiheessa tehtäviä laadunvarmistustoimenpiteitä, jotka valvojan olisi hyvä tarkastaa. /25./



Kuva 9. Vastaanottovaiheen laadunvarmistustoimenpiteet

Vastaanottovaiheessa on hyvä tarkastaa laadunvarmistustoimenpiteenä ainakin, että järjestelmään yhdistettyjen pisteiden ja parametrien tiedot sekä käyttäjäosoitteet on ohjelmoitu oikein, opaste- ja prosessikaaviot on ohjelmoitu näyttöpäätteelle ja, että ne toimivat suunnitelmien mukaisilla prosessiarvoilla, jatkohälytystoimenpiteet on ohjelmoitu ja ne ovat toimintakunnossa, käyttäjäsäsalasanat ja -tasot on ohjelmoitu, valvomon hälytyskirjoittimelle tulostuvat mahdolliset hälytykset ja, että ne tulevat oikeassa muodossa ja tilastoseurantaohjelmisto on käynnistetty suunnitelmien mukaisessa laajuudessa. /25./

valvontaprosessiin kuuluu myös käyttökoulutuksen valvonta, jossa tarkastetaan, että käyttökoulutuksesta on olemassa koulutusohjelma, jossa on otettu huomioon työselityksissä määritellyt koulutusta vaativat järjestelmät ja niiden toiminta ja koulutukseen varattavat tuntimäärät. Työselityksissä on määritelty normaalisti se, kuinka paljon ja minkälaista koulutusta vähintään käyttäjille tulee antaa, että he pystyvät arvioimaan järjestelmien keräämää ja raportoimaa tietoa oikein. /25./

Vastaanottovaiheen laadunvarmistustoimenpiteisiin kuuluu myös tietenkin vastaanottotarkastus. Vastaanottotarkastuksessa tarkastetaan, että itselle-

luovutusasiakirjat ja muu luovutusasiakirjamateriaali on luovutettu rakennuttajalle, toimintakokeet ja koekäyttö on suoritettu hyväksytysti, laitteiden vara- ja huolto-osat sekä mahdolliset erikoistyykalut on toimitettu käyttäjälle, järjestelmän käyttöpäiväkirja on käyttöön otettu sekä käytönopastus on suoritettu hyväksytyn koulutusohjelman mukaisesti, jonka vaiheet on esitetty urakka-asiakirjoissa. /25./

4.4 Rakennushankkeen takuvaihe

Rakennuttaja voi tarvita konsultointia ja valvontaa myös rakennushankkeen takuuajana, jolloin valvojan tehtäviin kuuluvat takuutarkastuksiin ja – kokouksiin osallistuminen, takuuajan virhe- ja puutelistojen laatiminen ja tarkastaminen sekä valvojan on myös tarkastettava, että takuuajalle asetettua huolto-ohjelmaa noudatetaan.

Vastaanottomenettelyn tehtäviin kuuluu toimivuustarkastus, jonka tarve määritellään hankekohtaisesti. Toimivuustarkastus suoritetaan, kun vähintään vuosi on kulunut rakennuksen vastaanottamisesta ja se tehdään jäähdytys- ja lämmityskaudella. Tällöin se osuu rakennushankkeen takuvaiheelle. TATE-valvojan tehtäviin kuuluu huolehtia, että RAU-urakoitsija ja tarvittaessa muut urakoitsijat suorittavat laitteille tarvittavat säädöt ja korjaukset niin, että niille asetetut tavoitteet saavutetaan. Toimivuustarkastuksessa tarkastetaan automaatiojärjestelmän keräämä data ja trendiajot ja hyödynnetään saatua tietoa tarkastaessa, että rakennuksen LVIAS-tekniikka toimii suunnitellulla tavalla. Monesti tarkastusten yhteydessä tehdään kertamittauksia automaation keräämän datan tueksi. /25./ Rakennustyökortissa talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettelyt, tehtävät ja dokumentointi 10-11302 on määriteltä toimivuustarkastuksissa suoritettavat toimenpiteet. Valvojan on tarkastettava muun muassa, että tehdyistä mittauksista on laadittu pöytäkirjat, trendiseuranta käyrätiedot on dokumentoitu ja niiden tuloksia on verrattu suunnitelmissa esitettyihin arvoihin sekä on myös hyvä verrata vastaavatko mitatut energian- ja vedenkulutukset suunnitteluvaiheen laskennallisia arvoja. Toimivuustarkastuksesta laaditaan raportti, jonka liitteeksi edellä mainitut mittauksien pöytäkirjat ja trendiseurannan käyrätiedot liitetään. /26./

5 VALVONTAPROSESSIN KEHITTÄMINEN

Rakennusautomaatiovalvontaprosessissa ohjeiden, standardien ja säädösten ymmärtäminen sekä talotekniikanjärjestelmien tunteminen on erittäin tärkeää. Toinen erittäin tärkeä vaihe valvontaprosessissa on selkeä dokumentointi. Hyvän dokumentoinnin avulla voidaan vaikuttaa merkittävästi hankkeen kulkuun. Tarkkojen ja velvoittavien dokumenttien avulla voidaan esimerkiksi seurata tarvittavien tarkastusten ja laadullisten velvoitteiden toteutumista sekä tarvittaessa ongelmatilanteissa voidaan osoittaa tarkasti, kenen virheestä tai huolimattomuudesta kyseinen ongelma on syntynyt ja näin saada oikea tekijä vastuuseen ja mahdollisesti korvausvelvolliseksi.

Rakennusautomaatiovalvontaa suorittavan valvojan tulisi koko rakennushankkeen ajan olla tiiviisti yhteydessä tilaajaan, suunnittelijoihin, urakoitsijoihin ja tarvittaessa käyttäjään ja varmistaa, että kaikilla on selkeä näkemys halutusta lopputuloksesta, kaikki ovat hankkeessa tapahtuvien tilanteiden tasalla sekä valvojan tulisi muutenkin toimia näiden tahojen välisenä yhdistävänä tekijänä. Kuvassa 10 on esitetty valvontaprosessin kehittämisen kannalta tärkeitä kysymyksiä, joiden pohjalta prosessin kehittäminen pystytään aloittamaan.



Kuva 10. Rakennusautomaatiovalvontaprosessin sisältöstrategian vaiheet.

Rakennuttajatoimisto Valvontakonsulttien RAU-valvonta prosessin kehittämiseksi laadittiin nettipohjainen kyselytutkimus, jonka kysymysten tekemiseen käytettiin apuna kuvan 10 mukaista sisältöstrategiaa. Sisältöstrategian avulla mietittiin yleisesti RAU-valvonnan lähtökohtia, jotka tulisi huomioida prosessin lisäksi myös valvonta-asiakirjoissa. Kyselyn vastausten perusteella pyritään kehittämään yrityksen valvonta-asiakirjoja. Asiakirjojen päivittämistä varten niiden sisältöä verrataan käytössä oleviin tehtäväluetteloihin, RYL:iin ja aiheeseen liittyviin RT-kortteihin ja näiden avulla asiakirjoja täydennetään ja paikataan mahdolliset puutteet.

Kvalitatiivinen kyselytutkimus tehtiin nettikyselynä Webropol- nimisellä selainpohjaisella tiedonkeruuohjelmalla Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy:n työntekijöille. Kyselyn kohderyhmä olivat TATE-valvojat. Kyselyn tarkoituksena oli selvittää RAU-valvontaan liittyviä käytänteitä, ohjeiden ja säädösten osaamistasoa valvojien näkökulmasta ja yleisimpiä ongelmatilanteita, joita TATE-valvojat ovat kohdanneet RAU-valvontaa suorittaessaan. Kyselyn vastausten perusteella pyrittiin saamaan myös parempi näkemys yrityksen RAU-valvonnan osaamistasosta.

Kysely oli rakenteeltaan puolistrukturoitu, joka on strukturoidun ja avoimen kyselyn välimuoto. Kyselyn strukturoituun rakenteeseen perustuvilla kysymyksillä oli annettu valmiit vastausvaihtoehdot. Valmiiden vastausvaihtoehtojen jälkeen oli avoin kysymys, jolla haettiin joko mielipidettä tai asiaa, jota ei kyselyn laatia ollut tullut ajatelleeksi. Kyselyn loppuun laitettiin 4 täysin avointa kysymystä, joilla haettiin valvontaprosessin kehittämiseen liittyviä näkemyksiä ja mielipiteitä. Kysely liitteenä 1.

6 TULOKSET

6.1 Verkkokyselyn tulokset

Tässä kappaleessa on esitetty verkkokyselyn tuloksia. Kysely lähetettiin yhteensä 23 valvojalle, joista kyselyyn vastasi 8 valvojaa. Näistä 8 valvojasta 6 oli LVI-valvojia ja 2 sähkövalvojia. Kyselyn vastausprosentti oli noin 35%.

Kyselyn rakenne suunniteltiin siten, että ensimmäisessä vaiheessa kartoitettiin valvojien omaa osaamista, toinen osio käsitteli ongelmia ja ongelmatilanteita rakennusautomaatiovalvonnassa, kolmannessa osiossa kysymyksen koskivat muiden rakennushankkeen osapuolten osaamistasoa ja tietämystä ja neljäs osio piti sisällään kysymyksiä, joissa haettiin vastaajan mielipidettä avoimella tekstikentällä. Taulukossa 2 on esitetty kyselyn teemat ja niihin liittyvät kysymykset.

Taulukko 2. Kyselyn teemat ja teemoja vastaavat kysymykset

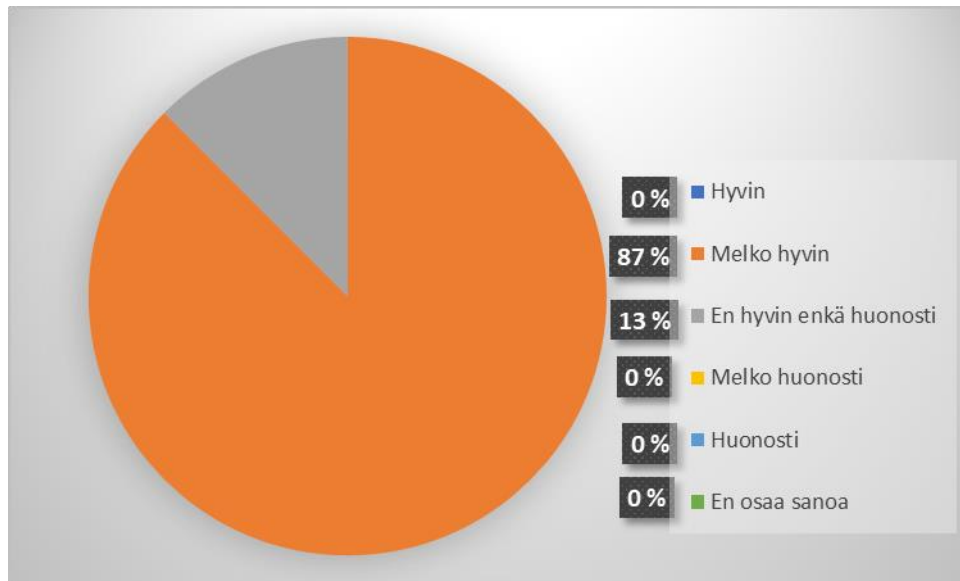
| Nro. | Teema | Teemaan liittyvät kysymykset |
|------|--------------------------------------|------------------------------|
| 1. | Valvojien osaaminen | 1,2,3,4,5,6,16,17,21 |
| 2. | Ongelmat/ongelmatilanteet | 7,8,9,10,11,18 |
| 3. | Muiden hankkeen osapuolten osaaminen | 12,13,14,15,19,20,22 |
| 4. | Kehitys | 23,24,25 |

6.1.1 Valvojien Osaaminen

Kyselyssä selvitettiin LVI- ja sähkövalvojien omaa tuntemusta rakennusautomaatiojärjestelmistä ja sitä käsittelevistä sekä sen valvontaa ohjaavista asiakirjoista.

Valvojan rooli

Kuten jo aiemmin mainittiin, rakennusautomaatiovalvonta jakautuu LVI- ja sähkövalvojien suoritettavaksi, sillä hankkeissa ei yleensä ole omaa RAU-valvojaa. Kysymyksen teemalla haettiin valvojien omaa tuntemusta RAU-valvojan tehtäviä kohtaan. Suurin osa kyselyyn vastanneista koki tuntevansa RAU-valvonnan tehtävät ja ymmärtävänsä hankkeen teknisissä asiakirjoissa esitetyn järjestelmäkuvauksen perusteella millainen RAU-järjestelmästä halutaan. 87% vastanneista oli sitä mieltä, että heillä on melko hyvä käsitys omasta roolistaan ja tehtävistään RAU-valvontaa suorittaessaan (Kuva 11). 7 henkilöä vastasi tuntevansa roolinsa ja tehtävänsä ”melko hyvin” ja ainoastaan 1 henkilö vastasi kysymykseen ”en hyvin enkä huonosti”.



Kuva 11. Valvojen käsitys oman roolinsa ja tehtäviensä tuntemisesta RAU-valvontaa suorittaessaan

Valvontaan liittyvät asiakirjat

Valvonnan kannalta on tärkeää ymmärtää ja tuntea valvonta- ja urakkasopimuksissa viitattujen asiakirjojen sisältö sekä valvonnan apuna käytettävien asiakirjojen sisältö. Kysymykset 5 ja 6 käsittelivät yleisesti valvonnan kannalta tärkeitä asiakirjoja, joita LVI- ja sähkövalvojat käyttävät apunaan valvontaa suorittaessaan. Osaan näistä asiakirjoista viitataan monesti myös hankkeen sopimusasiakirjoissa. Kysymyksen teemalla haettiin suuntaa sille, kuinka valvojat kokevat tuntevansa yleisesti käytössä olevat ohjekortit ja kuinka selkeästi asiakirjoissa on valvojen mielestä esitetty rakennusautomaatiovalvontaan liittyviä asiakohtia. Taulukossa 3 on esitetty kysymyksen 6. vastaustulokset ja vastausprosentit. Suurin osa vastaajista vastasi tuntevansa kysymyksessä esitetyt asiakirjat ”melko hyvin”, sillä näitä vastauksia tuli 47:stä vastauksesta 21, joka on noin 45% vastauksien kokonaismäärästä.

Taulukko 3. valvojien tuntemus yleisimpien valvontaan liittyvien asiakirjojen sisällöstä ja vaikutuksesta RAU-valvontaan

| | Hyvin | Melko hyvin | En hyvin eikä huonosti | Melko huonosti | Huonosti | En osaa sanoa |
|--|--------|-------------|------------------------|----------------|----------|---------------|
| YSE 1998 | 0% | 62,5% | 37,5% | 0% | 0% | 0% |
| KSE 2013 | 0% | 37,5% | 37,5% | 25% | 0% | 0% |
| Talotekniikka RYL 2002 osat 1&2 | 0% | 50% | 25% | 25% | 0% | 0% |
| Talotekniikka laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely - Prosessikuvaus | 12,5% | 37,5% | 25% | 25% | 0% | 0% |
| Talotekniikka laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely - Tehtävät ja dokumentointi | 0% | 50% | 25% | 25% | 0% | 0% |
| Onko jokin muu asiakirja, jota käytät valvontaa suorittaessasi? (Opinnäytetyöt tms.) | 14,28% | 28,57% | 14,29% | 0% | 14,29% | 28,57% |
| Yhteensä | 4,26% | 44,68% | 27,66% | 17,02% | 2,13% | 4,26% |

Valvojilta kysyttiin myös mitä asiakirjoja he käyttävät RAU-valvonnan apuna ja usealla valvojalla esille nousivat opinnäytetyöt. Alla olevassa taulukossa 4 on esitetty kysymyksen 6. avoimen tekstikenttäosion vastaukset.

Taulukko 4. Muut valvonnan apuna käytetyt tietolähteet

| |
|--|
| |
| SFS 6000, ST-kortisto, Netti |
| Mikko Manni Rakennusprojektin LVI-valvonta ohje, opinnäytetyö, Metropolia |
| Opinnäytetyöt, valmistajien nettisivut ja asennus-/käyttöönotto-ohjeet, vanhat asiakirjat edellisistä työpaikoista, muiden hankkeiden aineisto |
| Alan opinnäytetyöt ovat hyviä tietolähteitä. Myös kollegoilta kysymällä saa tietoa. |
| Ei ole käytössä |

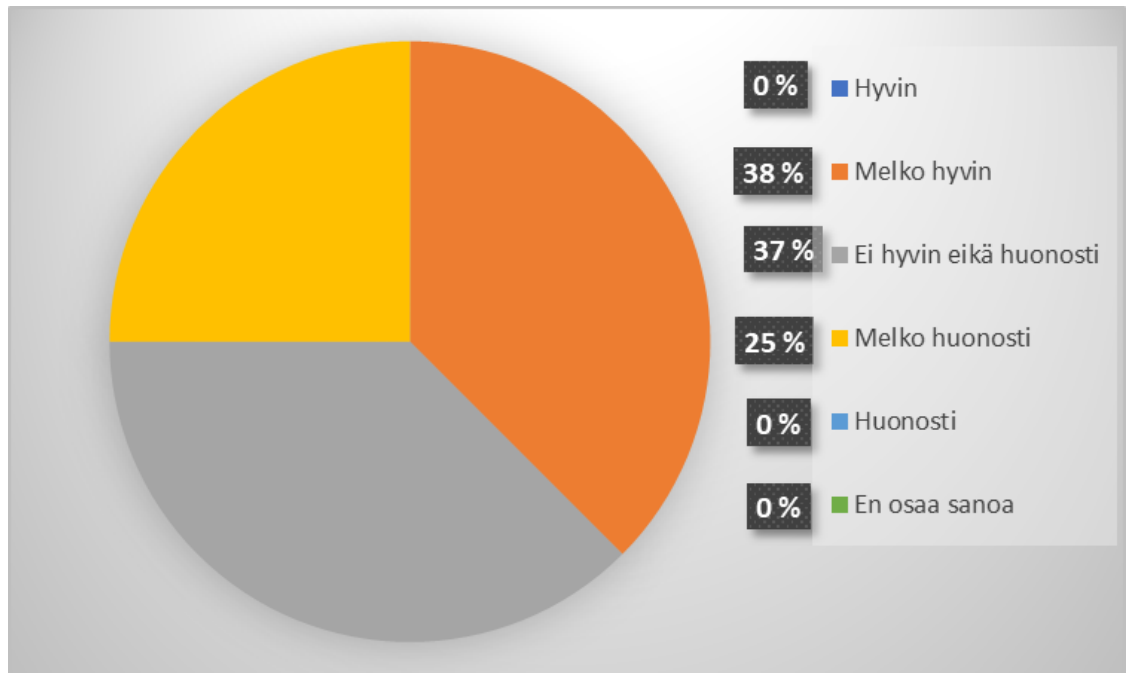
Koulutustarve ja yrityksen resurssit

Kysymyksillä 4, 16 ja 17 haettiin valvojien näkemystä rakennusautomaatioon liittyvästä koulutustarpeesta ja yrityksen resursseista suorittaa RAU-valvontaa ja tarjota siihen liittyvää sisäistä koulutusta. Vastanneista kaikki olivat sitä mieltä, että tarvittaisiin lisää RAU-järjestelmiä koskevia tulkintaohjeita ja koulutusta, jotka tukisivat rakennusautomaatiovalvonnan suorittamista. Kyselyyn vastanneiden mukaan koulutusta ja tulkintaohjeita tarvittaisiin rakennusautomaatioon ihan yleisellä tasolla, teknisten toteutusten osalta, suunnittelun ohjaukseen sekä uusien järjestelmien hallintaan liittyen. Taulukossa 5 on esitetty kysymyksen 4. avoimeen tekstikenttään annetut vastaukset, johon näkemyksensä kirjoitti vain 50% vastaajista.

Taulukko 5. Valvojien kokemat koulutustarpeet

| Avoimeen tekstikenttää annetut vastaukset. |
|---|
| Uudet järjestelmät, esim. asukkaan käyttöpaneelin tuomat mahdollisuudet |
| Sähkö, LVI- ja automaatio suunnittelun rajapintojen yhteensovitus/hallittujen toiminnallisuuksien varmistaminen, ts. suunnittelun ohjauksen koulutus |
| Yleistason RAU-koulutusta mm. väylistä (ei tarvitse liian detaljitason koulutusta, mutta olisi syytä ymmärtää isot linjat) |
| Prosessivaatimukset selkeitä, mutta tekniset toteutukset eivät kovinkaan tuttuja |

Kysymys 16 käsitteli yrityksen resursseja suorittaa RAU-valvontaa ja siinä kysyttiin suoraan valvojan mielipidettä asiaan liittyen. Kuvasta 12 nähdään, että vastaukset jakautuivat kolmen vastausvaihtoehdon ympärille ja noin 38% vastaajista oli sitä mieltä, että yrityksellä on melko hyvät valmiudet suorittaa RAU-valvontaa. Vastausten jakautuminen kohtiin ”ei hyvin eikä huonosti” ja ”melko huonosti” on verrattavissa hyvin edellisen kohdan kysymykseen koulutustarpeesta ja tulkintaohjeista, jossa kaikki olivat sitä mieltä, että näitä tarvittaisiin lisää. Myöskään yksikään vastaaja ei ollut sitä mieltä, että yrityksellä on hyvät valmiudet suorittaa RAU-valvontaa ”hyvin”.



Kuva 12. Valvontakonsultit Oy:n valmiudet suorittaa rakennusautomaatioon liittyvää valvontaa

Kyselyssä kysyttiin myös, tarvittaisiinko yritykseen RAU-asiantuntijaa, joka vastaisi pelkästään RAU-valvonnasta. Vastaajien vastaukset jakautuivat tasan vaihtoehtojen ”kyllä” ja ”ehkä” kanssa. Tätä kysymystä seurasi myös avoin tekstikenttä, jossa kysyttiin, että miksi tarvitaan tai miksi ei tarvita RAU-asiantuntijaa, joka hoitaisi pelkästään RAU-valvontaa. Taulukossa 6 on esitetty kysymyksen 17. avoimeen tekstikenttään saadut vastaukset.

Taulukko 6. Mielenpitoet erillisen RAU-asiantuntijan tarpeesta

Avoimeen tekstikenttään saadut vastaukset.


Ammattitaidottomien valvojien työt tulee suorittaa jonkun muun ja silloin automaatioasiat kuuluvat toiselle talotekniikan valvojalle

RAU yleistyy koko ajan ja sitä opiskellaan sekä urakoidaan omana alanaan, joten miksei myös valvottaisi?

Pitäisi ensin selvittää RAU-osaamisen taso ja sen jälkeen harkita tarvitaanko erityistä osaajaa tälle alueelle.

Vähintään yksi rau-urakoinnin kokemusta paljon omaava rau-valvoja voi jakaa paljon arvokasta tietoa ja kokemusta, talossa on paljon nuoria tate-valvoja, joille tietoa ja ymmärrystä rau-valvonnasta täytyy lisätä. Tilaajat odottavat, että LVIA-valvoja on myös automaatioasioissa sekä rau-urakoitsijan että automaatiosuunnittelijan yläpuolella ja tiedontuojana tilaajille.

Kyselyssä haettiin vastaajien mielipidettä liittyen yrityksen asiakirjapohjiin ja työkaluihin, jotka koskevat rakennusautomaatiovalvontaa. Kuvassa 13 esitetyistä vastauksista nähdään, että vastaajien mielestä yrityksen RAU-asiakirjojen taso on tälle hetkellä melko heikko ja vastaajilta tuli hyviä kehittämissuhteita asiaan liittyen. Ainoastaan yksi vastaaja oli sitä mieltä, että yrityksellä on käytössä hyvät asiakirjapohjat eikä hän esittänyt kehittämissuhteita asiaan liittyen.

|  Kehitys |  Tämän hetkinen tilanne |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Aika hyvät pohjat. Minun kokemuksellani ei tule juuri kehitettävää mieleen.• Jonkinlainen esitety matriisipohja oleellisista asioista olisi syytä olla. Ulkopuolista rau-koulutusta tarvitaan myös• Asiakirjapohjat tulisi käydä tehtäväluettelon, RYLLin ja soveltuvien RT-korttien kanssa läpi ja paikata puutteet.• Ei ehkä prosessikaavioita mutta asia tulisi huomioida tarkemmin valvontasuunnitellessa, sekä tuottaa parempia malliasiakirjapohjia yhteensovituspäivätyihin, laatu-päivätyihin, seuranta-päivätyihin, aikatauluseurantaan, asennustapa-tarkastuksiin, toimintakokeisiin, käytönopastuksiin jne.• Mikäli mahdollista enemmän tietoa jo suunnitteluvaiheessa | <ul style="list-style-type: none">• Niitä ei ole• En ole kuullut ko. pohjista ja työkaluista• Taso on heikko, mutta menossa parempaan suuntaan. Kehitystyö on kuitenkin ollut toistaiseksi liian hidasta. |

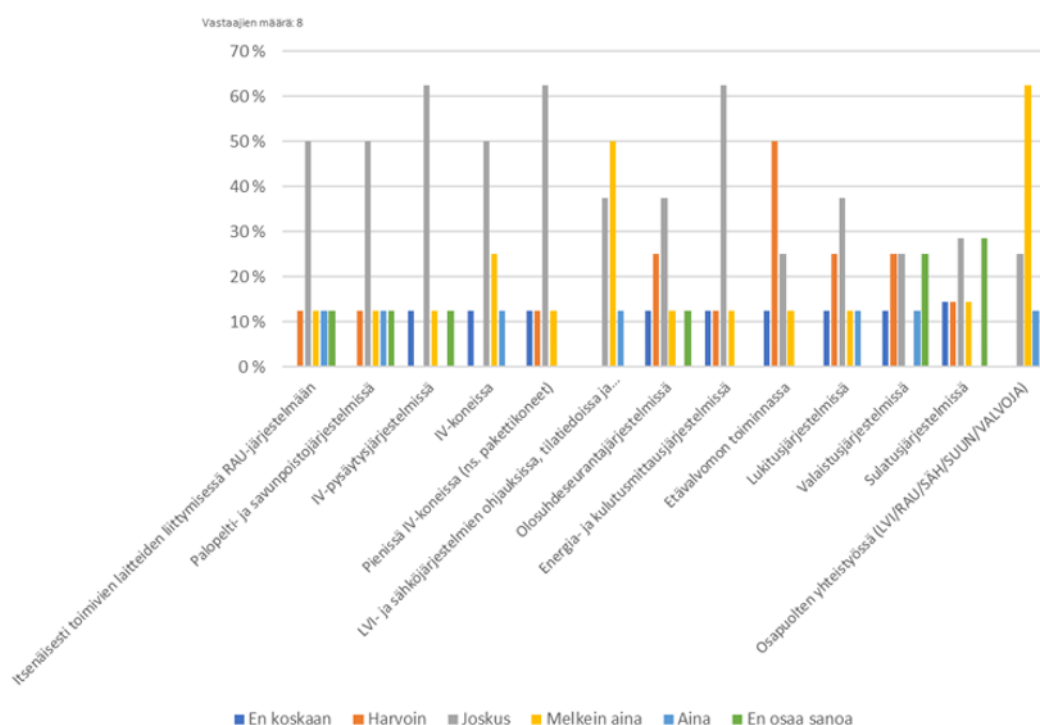
Kuva 13. Vastaajien näkemykset yrityksen tämän hetkisistä rakennusautomaatiovalvontaan liittyvistä asiakirjapohjista ja työkaluista

6.1.2 Havaitut ongelmat

Mahdollisten ongelmatilanteiden löytäminen ja niiden esiintuominen on tärkeä osa valvontaprosessin kehittämistä. Kyselyn avulla haettiin tietoa mahdollisista ongelmista, joita valvojat ovat kohdanneet RAU-valvontaa suorittaessaan.

Ongelmat järjestelmissä ja rakennushankkeen osapuolten välillä

Puolet kyselyyn vastanneista kokivat kohdanneensa ”joskus” ongelmia suorittaessaan RAU-valvontaa ja loput 50 % vastauksista jakautuivat tasan ”aina” ja ”melkein aina” vastausvaihtoehtojen välille. Kuvassa 14 on esitetty kuinka usein valvojat ovat kohdanneet ongelmia yleisimmissä taloteknisissä järjestelmissä suorittaessaan RAU-valvontaa. Yleisin vastaus on ollut ”joskus”, joten lähes kaikissa kyselyssä esitetyissä taloteknisissä järjestelmissä on havaittu ongelmia rakennusautomaation osalta valvontaa suoritettaessa.



Kuva 14. Ongelmien kohtaaminen ja niiden syyt yleisimmissä taloteknisissä järjestelmissä suorittaessa rakennusautomaatiovalvontaa

Kyselyn avulla kartoitettiin myös, kuinka usein valvojat ovat kohdanneet ongelmia tehtäväluettelon mukaisissa valvontatoimenpiteissä, joihin kuuluvat muun

muassa suunnitelmien tarkastaminen, asennustapatarkastukset ja vastaanottoa edeltävät järjestelmän toimintaa testaavien toimenpiteiden valvonta. Taulukossa 7 esitetyistä vastauksista prosessin kehittämisen kannalta tärkeitä sarakkeita ovat ”usein”, ”aina” ja ”melkein aina”, sillä näiden vastausten osalta olisi tärkeää lähteä miettimään, kuinka syntyneet ongelmat voitaisiin ennaltaehkäistä valvonnan avulla mahdollisimman ajoissa. Mikäli ongelmat liittyvät suunnitelmiin niiden ennaltaehkäisy olisi hyvä tehdä jo ennen rakentamisvaihetta ja asennustapatarkastuksiin ja normaaleihin valvojan rakennusajan tehtäviin liittyvät ongelmat voitaisiin ottaa esille jo rakennusvaiheen alussa pidettävässä laatupalaverissa. Suurin osa ”usein” vastatuista vaihtoehdoista tuli esille, kun kysymyksessä oli hankkeen rakennusautomaatioon liittyvät suunnitelmat. Etenkin säätökaavioissa ja toimintaselostuksissa sekä hankkeen kaupallisissa asiakirjoissa havaittiin usein olevan ongelmia, jotka liittyvät varmasti ristiriitoihin tai puutteellisiin tietoihin. Yksi vastaaja vastasi myös kysymyksen lopussa olevaan avoimeen tekstikenttään, että hän on havainnut ongelmia myös lisä- ja muutostöiden hinnoittelussa. Lisä- ja muutostöissä valvojan tärkeys korostuu, sillä tilaajalla ja monesti myös pääurakoitsijalla ei ole riittävästi tietämystä rakennusautomaatioon liittyvissä asioissa, jolloin lisä- ja muutostyön tarkastaminen voi olla hankalaa.

Taulukko 7. Ongelmien esiintyvyys tehtäväluettelon mukaisissa valvontatoimenpiteissä

| | En koskaan | Harvoin | Joskus | Usein | Melkein aina | Aina | En osaa sanoa |
|---|------------|---------|---------|---------|--------------|---------|---------------|
| Työselostuksissa | 0 % | 0 % | 75 % | 12,50 % | 12,50 % | 0 % | 0 % |
| Järjestelmäkuvauksissa | 0 % | 12,50 % | 50 % | 25 % | 0 % | 12,50 % | 0 % |
| RAU-järjestelmäkaavioissa | 0 % | 0 % | 75 % | 12,50 % | 0 % | 12,50 % | 0 % |
| Säätökaavioissa ja toimintaselostuksissa | 0 % | 0 % | 12,50 % | 62,50 % | 12,50 % | 12,50 % | 0 % |
| Laiteluetteloissa | 0 % | 0 % | 50 % | 37,50 % | 12,50 % | 0 % | 0 % |
| Kaupallisten asiakirjojen yhteensopivuussä. (esim. urakkaohje ja urakkarajaliite) | 0 % | 12,50 % | 37,50 % | 50 % | 0 % | 0 % | 0 % |
| Toimintakokeissa | 0 % | 0 % | 25 % | 25 % | 37,50 % | 12,50 % | 0 % |
| Järjestelmien yhteensovittamisessa | 0 % | 0 % | 50 % | 12,50 % | 25 % | 12,50 % | 0 % |
| Asennustapatarkastuksissa | 0 % | 25 % | 50 % | 12,50 % | 0 % | 12,50 % | 0 % |
| Käyttöönopastuksen valvonnassa | 0 % | 25 % | 37,50 % | 37,50 % | 0 % | 0 % | 0 % |
| TATE-urakoitsijoiden suorittamissa mittauksissa ja säädoissa | 0 % | 12,50 % | 37,50 % | 12,50 % | 37,50 % | 0 % | 0 % |
| Jokin muu, mikä? | 0 % | 0 % | 0 % | 100 % | 0 % | 0 % | 0 % |
| Yhteensä | 0 % | 8 % | 45 % | 28 % | 12 % | 7 % | 0 % |

Vastaajilta kysyttiin, mistä yleensä rakennushankkeessa ilmenneet ongelmat rakennusautomaation osalta johtuvat ja kuusi vastaajaa kirjoitti näkemyksensä avoimeen tekstikenttään. Vastauksissa esille nousivat juurikin rakennushankkeen eri osapuolten ymmärrys rakennusautomaatiojärjestelmiä kohtaan, urakkarajojen epäselvyydet, valvojan rooli lisä- ja muutostöiden tarkastamisessa sekä yhdessä vastauksessa oli hyvinkin tarkasti millaisia, ongelmia rakennusautomaatiojärjestelmien kanssa on ollut.

Asiakirjoissa ja rakennushankkeen eri vaiheissa ilmenneet ongelmat.

Rakennusautomaatiossa ilmenevät ongelmat tulevat ilmi usein vasta vastaan- ja käyttöönottovaiheessa, kun laitteille suoritetaan toimintakokeita. Kyselyn kysymys 9. käsitteli rakennushankkeen eri vaiheita ja niissä ilmenneitä ongelmia. Kysymysten vastauksista esille nousee vastaan- ja käyttöönottovaihe, sillä 37,5% vastaajista oli sitä mieltä, että vastaan- ja käyttöönottovaiheessa ilmenee ”aina” ongelmia. Sama vastausprosentti oli myös vastaan- ja käyttöönotossa kohdassa ”usein”. Rakentamiskäytännössä havaittiin myös olevan ongelmia melkein aina. Muuten vastaukset jakautuivat aika tasapuolisesti samalla tavalla joka rakennushankkeen vaiheen osalta.

Kyselyssä kysyttiin myös mikä rakennusautomaatiovalvontaan aiheuttaa ongelmia ja kysymyksessä 18. esitettiin neljä eri kohtaa, jotka voisivat olla syitä ongelmatilanteisiin ja esitetyllä kysymyksellä koitettiin herättää vastaajan ajatuksia asiaan liittyen, että avoimeen tekstikenttään vastaaminen olisi helppoa. Kysymyksessä kysyttiin kokevatko valvojat, että RAU-tekniikan nopea kehitys ja sen toistuvat muutokset, erityisosaamista vaativien järjestelmien hallinta, työkalujen ja tarkastusasiakirjojen niukkuus, vanhentuminen tai epätyytyttävä laatu, ohjeiden, koulutusmateriaalien, soveltamisoppaiden yms. vähäisyys aiheuttanut ongelmia RAU-valvonnassa. Etenkin erityisosaamista vaativien järjestelmien hallinta koettiin olevan sellainen tekijä, joka aiheuttaa usein ongelmia valvontaan. Myös ohjeiden, koulutusmateriaalien, soveltamisoppaiden yms. vähäisyys kohtaan noin 38% vastaajista vastasi ”melkein aina”. Avoimeen tekstikenttään annetuissa vastauksissa aiheina olivat ammattitaidottomuus, kouluttamattomuus, hiljaisen tiedon liikkuminen sekä valvontaan varatut tuntimäärät.

6.1.3 Muiden hankkeen osapuolten osaaminen

Kyselyn avulla kartoitettiin valvojien näkemystä muiden rakennushankkeen osapuolten osaamisesta, yhteistyöstä hankkeiden osapuolten välillä ja heidän tuottamiensa asiakirjojen laadusta rakennusautomaatioon liittyen.

Osaaminen ja yhteistyö

Kyselyssä kysyttiin valvojien mielipidettä siitä, ovatko urakoitsijan työnjohtajat yleensä riittävän kokeneita ja tarpeeksi perehtyneitä työtehtäviinsä, jotta he voivat suorittaa RAU-järjestelmiin liittyvää työnjohtamista. Suurin vastausprosentti oli vastausvaihtoehdolla ”joskus” jonka vastausprosentti oli noin 38%. Loput vastaukset jakautuivat ”usein”, ”melkein aina” ja ”harvoin” vastausvaihtoehtojen välille. Suunnittelun osalta 75% vastaajista oli sitä mieltä, että suunniteltu rakennusautomaatiotekniikka vastaa yleensä tilaajan esittämiä vaatimuksia järjestelmän toiminnalle ja rakennukselle suunniteltua käyttötarkoitusta melko hyvin. Loput 25 % vastasivat ”ei hyvin eikä huonosti”.

Rakennusautomaatiovalvonnan tavoitteiden saavuttamisen kannalta on tärkeää, että suunnittelijoiden, urakoitsijoiden ja muiden osapuolten välinen yhteistyö toimii hyvin. Valvoja toimii hankkeessa osapuolten välisenä yhteyshenkilönä ja tästä syystä valvojalla on keskeinen rooli myös yhteistyön onnistumisessa ja ylläpitämisessä. Kysymys 19 käsitteli osapuolten välistä yhteistyötä ja sillä haettiin valvojien näkemystä yhteistyön sujuvuudesta eri osapuolten kanssa, kun asia koskee rakennusautomaatiota. Jos tarkastellaan taulukossa 8 esitettyä vastausvaihtoehtoa ” melko hyvin” nähdään, että suurin osa, noin 42% kaikista vastaajista on sitä mieltä, että yhteistyö suunnittelijoiden, urakoitsijoiden ja tilaajan välillä toimii melko hyvin rakennusautomaatiota käsittelevien asioiden osalta.

Taulukko 8. Rakennushankkeen osapuolten välisen yhteistyön sujuvuus

| | Erittäin huonosti | Melko huonosti | Ei hyvin eikä huonosti | Melko hyvin | hyvin | Erittäin hyvin | En osaa sanoa |
|----------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------|--------------|-----------------------|----------------------|
| Suunnittelijat | 0% | 12,5% | 37,5% | 50% | 0% | 0% | 0% |
| Urakoitsijat | 0% | 25% | 12,5% | 37,5% | 25% | 0% | 0% |
| Tilaaja | 0% | 12,5% | 50% | 37,5% | 0% | 0% | 0% |

Valvojan tehtäviin kuuluu antaa valtuuksiensa puitteissa suunnittelijoille ja urakoitsijoille työsuorituksiin ja sopimusasiakirjojen selventämiseen liittyviä edistäviä ohjeita. Kysymyksessä 20. kysyttiin, tulisiko suunnittelijoita ja työnjohtoa

ohjeistaa paremmin etenkin rakennusautomaatiojärjestelmien yhteensovittamisen osalta ja kaikki vastaajat olivat sitä mieltä, että suunnittelijoita ja työjohtoa tulisi ohjeistaa paremmin etenkin rakennusautomaatiojärjestelmien yhteensovittamisen osalta. Valvonnan olisi hyvä olla mukana suunnittelunohjauksesta lähtien, jotta asia voidaan huomioida jo suunnitelmien laatimisen yhteydessä, sillä rakentamisen aikana yhteensovittamista voidaan käydä lävitse esimerkiksi laatupalaverissa.

Alla olevassa taulukossa 9 on esitetty vastaajien näkemyksiä, joiden avulla voitaisiin ennaltaehkäistä valvonnan avulla suunnitelmissa ja järjestelmissä ilmenevät ongelmat. Vastauksissa nousee esille ennakointi ja asian tiedostaminen jo hankkeen alkuvaiheessa.

Taulukko 9. Vastaajien näkemyksiä siitä, kuinka urakoitsijoita ja suunnittelijoita saataisiin ohjattua paremmin, jotta mahdolliset rakennusautomaatio suunnitelmia ja asiakirjoja koskevat ongelmat saataisiin ennalta ehkäistyä

Vastaajien määrä: 6

| Vastaukset |
|--|
| Sakot |
| Enemmän yhteistyötä osapuolten välille, veloitteita esim urakkaohjelmaan? |
| Tuoda paremmin tapetille hankkeen alkuvaiheessa se, miten järjestelmien pitäisi toimia yhteen ja erikseen. |
| Suunnittelunohjauksen koulutusta lisättävä, rau-/muu TATE -yhteensovituspalaverien runko ja pääasiat johonkin matriisiin/pöytäkirjapohjaan valmiiksi esille ettei tarvitse kaikkea laatia itse alusta. |
| Kaikki lähtee suunnittelupöydältä, joten ensin täytyisi johtaa/johdatella tilaaja kertomaan minkälaiset järjestelmät palvelevat heidän tarpeitaan. Toiseksi pitäisi johtaa ja ohjata suunnittelu tilaajan tarpeisiin ja kolmanneksi urakoitsija sopimuksen mukaiseen lopputulokseen. Tämä onnistuu ennakoimalla, yhteensovittamalla ja varmistamalla. Valvojan rooli on sellainen että hän tuo osapuolet yhteen ja kaivaa osapuolilta ratkaisut asioihin. Valvojan ei tarvitse tietää kaikkea RAU:n sielunelämästä, mutta valvojan tulisi osata johtaa muita osapuolia ja kaivaa heistä ratkaisut. |
| Kuten edellä ja niin, että käyttäjien edustajia myös kuunnellaan |

6.1.4 Kehitys

Kyselyn viimeiset kysymykset olivat kysymyksiä, joihin haluttiin vastaajan suora mielipide, joten niissä ei ollut vastausvaihtoehtoja, vaan näkemys kirjoitettiin avoimeen tekstikenttään. Kysymyksessä 23 kysyttiin, millaista koulutusta valvojat haluaisivat rakennusautomaatioon liittyen. Kahden vastaajan vastauksessa nousi esiin ulkopuolisen tahon järjestämät koulutukset. Rakennusautomaatioon liittyen toivottiin koulutusta myös ihan yleisellä tasolla, joka käsittelee uutta tekniikkaa, kustannuksia, ohjelmointia ja väylätekniikoita.

Asioita, joita valvojat vastausten perusteella kehittäisivät ensimmäisenä, liittyivät urakoitsijan ja suunnittelijan yhteensovituspalaveriin, rakennusautomaatiolaitteiden toimituksen aikataulutukseen, automaatiosuunnittelun ohjaus, yrityksen RAU-valvontaan liittyvät ohjeet ja työkalut ja urakkarajaliitteiden tarkastaminen.

6.2 Asiakirjat

Kyselystä saatujen vastausten perusteella laadittiin yritykselle yleisohje RAU-valvonnan suorittamiselle sekä LVIAS-laatupalaverin pohja. RAU-valvonnan ohjeessa käydään rakennusautomaatiovalvontaprosessi vaihe vaiheelta lävitse. Ohjeessa ei käydä asioita detaljikohtaisesti lävitse vaan se on tiivistelmä yleisistä valvontaprosessiin kuuluvista tehtävistä. Ohjeen tarkoitus on ohjata valvojaa suorittamaan valvontaa ja paneutumaan siihen liittyviin ohjeisiin ja asiakirjoihin. LVIAS-laatupalaveri -pohjan tarkoitus on tuoda tärkeitä asioita esille, joita on hyvä miettiä yhdessä urakoitsijoiden ja suunnittelijoiden kanssa, jotta voitaisiin ennalta ehkäistä mahdollisia ongelmia ja ristiriitoja. RAU-valvonnan ohje on liitteenä 2. LVIA-laatupalaverin pöytäkirjapohja tulee vain toimeksiantajan käyttöön, joten sitä ei julkaista tässä opinnäytetyössä.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Rakennushankkeen onnistunut lopputulos perustuu sen kaikkien osapuolten väliseen hyvään yhteistyöhön. Hyvän yhteistyön ylläpitämiseen ja laadun hallintaan tarvitaan suunnitelmallinen laadunvarmistusprosessi hankkeen erityispiirteet huomioon ottaen, niin tilaajan, suunnittelijoiden kuin urakoitsijoidenkin toimesta. Tärkeää on, että jokainen hankkeen osapuoli on tietoinen roolistaan myös laadunvarmistuksen osalta ja huolehtii, että sovitut laadunvarmistustoimenpiteet tehdään työn edetessä sovitusti ja ajantasaisesti. Kun yrityksellä on tehtäviin selkeät käytännöt, toimintaohjeet ja työkalut on sen helpompi taata tilaajalle palveluita laadukkaasti ja kustannustehokkaasti. Hyvin suunniteltu ja valmisteltu valvontaprosessi edesauttaa myös selkeän ja vaivattoman laadunvarmistusprosessin toteutumista koko hankkeen ajalle. Prosessin toimivuuden kannalta on tärkeää, että kaikki työntekijät saavat riittävästä koulutusta. Näin

varmistetaan, että valvontaa suorittavat henkilöt suoriutuvat työstään parhaalla mahdollisella tavalla myös tekniikan kehittyessä eteenpäin. Yrityksen toiminnan kannalta on tärkeää tunnistaa koulutuksen tarve ja se millaisesta koulutuksesta työntekijät hyötyvät eniten. Henkilökunnan oikea koulutus johtaa varmasti parempaan tuottavuuteen ja näin ollen uskollisempiin asiakkaisiin, joka monesti tarkoittaa myös parempaa tuottoa.

Monesti ongelmana rakennushankkeen alkuvaiheessa on tilaajan heikko asiantuntemus rakennusautomaatiojärjestelmistä ja näin ollen järjestelmälle asetettavien vaatimusten ja tavoitteiden määrittelemisen on hankalaa, sillä tilaaja ei välttämättä osaa kertoa millainen järjestelmä palvelee käyttäjää parhaiten. Tämä vaikuttaa merkittävästi myös hankkeen rakennusvaiheeseen ja vastaanottoon. Myös suunnittelunohjaus on merkittävässä roolissa hankkeen alkuvaiheessa, sillä silloin pitäisi tuoda selkeästi esille se, miten järjestelmien pitäisi toimia. Valvonta tulisi ottaa mukaan hankkeeseen tarpeeksi ajoissa, jotta voitaisiin vaikuttaa suunnitelmien laatuun ja niiden tarkastamiseen. Oikein toteutetun valvonnan avulla voidaan kuitenkin luoda osapuolten välille avoin ja vuorovaikutteinen laatukulttuuri ja näin saada rakennushankkeesta suunnitelmallinen prosessi, jonka avulla ennaltaehkäistään mahdollisia ongelmia ja ristiriitoja.

Tämän insinööriyön tavoitteena oli tarkastella rakennusautomaatiovalvontaprosessia LVI- ja sähkövalvojan näkökulmasta sekä kehittää Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy:n valvontaprosessia luomalla valvontaa helpottavia asiakirjapohjia ja työkaluja rakennusautomaatiovalvonnan tueksi.

Insinööriyön avulla saatiin kokonaiskäsitys koko rakennusautomaatiovalvontaprosessista sekä siihen liittyvistä säädöksistä ja ohjeista. Tässä insinööriyössä toteutettu kyselytutkimus toimii yritykselle suuntaa antavana koulutuksia koskevana kartoituskyselynä, joka antaa yrityksen johdolle mahdollisuuden tehostaa koulutuksia ja kohdistaa ne oikein. Kyselyn tuloksista käy ilmi, että rakennusautomaatiota koskeville koulutuksille on tarvetta. Vastaajat korostivat valvonnan tärkeyttä myös suunnittelun ohjauksen osalta.

Insinööriyön tuloksena luotiin ohje rakennusautomaatiovalvontaprosessin suorittamiselle ja kehitettiin LVIAS-laatupalaverin asiakirjapohjaa. Rakennusautomaatiovalvontaprosessi -ohjeessa käydään lävistä koko valvontaprosessi ja siihen liittyvät toimenpiteet. Ohjeesta on hyötyä etenkin kokemattomalle valvojalle, jolla ei ole vielä juurikaan kokemusta valvontatyöstä ja siihen liittyvistä toimenpiteistä, mutta se helpottaa myös kokeneemman valvojan työtä. LVIAS-laatupalaveri -pohjassa on esitetty pääotsikoittain sellaisia asioita, joita kokouksessa olisi hyvä käydä lävitse. Otsikoiden alla on ohjaavia tekstejä, joita palaverin asialistaa valmisteleva voi hyödyntää suunnitellessaan kokouksen kulkua ja miettiessään kokouksen rakennetta ja asioiden järjestystä. Vanhempaan asiakirjaan lisäyksenä laadittiin kohta suunnitelmien ristiin tarkastukselle, jonka tarkoituksena on tuoda esille LVIAS-suunnitelmissa olevat ristiriidat ja suunnitelmapuutteet sekä vähentää rakennusaikana syntyviä LVIAS-järjestelmien risteämäkohtien aiheuttamia ongelmia.

Valvontaprosessin kehittäminen on jatkuva toimenpide, jota yrityksen on kehitettävä, että pystytään tarjoamaan tilaajalle nykyaikaista tekniikkaa tukevaa valvontaa. Nykypäivänä rakennusautomaatiojärjestelmiä pystytään hallitsemaan verkon yli ja monella kiinteistöllä on käytössään hajautettu verkko, jossa tiedon tallentaminen tapahtuu keskitetysti palvelimelle. Näin ollen kiinteistöautomaatiojärjestelmään kohdistunut tietoturvaloukkaus saattaa vaikuttaa merkittävästi tilaajan ja kiinteistön käyttäjien toimintaan. Rakennusautomaatiovalvontaprosessia voisi kehittää miettimällä, miten tietoturvariskit ja niiden ennaltaehkäiseminen voitaisiin ottaa huomioon valvonnan avulla.

Rakennusautomaatiovalvontaprosessia olisi myös hyvä tutkia suunnittelun ohjauksen osalta ja siitä, kuinka valvonta saataisiin mukaan hankkeeseen riittävän ajoissa, että voitaisiin ennaltaehkäistä mahdollisia virheitä jo suunnitteluvaiheessa. Suunnitteluvaiheessa voitaisiin nostaa esille esimerkiksi eri teknologian tuomat mahdollisuudet. Suunnitteluvaiheessa olisi hyvä miettiä myös uuden teknologian tuomat kustannukset, hyödyt ja haittapuoleet. Kyselyistä saatujen tulosten perusteella myös ohje rakennusautomaatiota koskevien lisätoiden ja kustannusten hallintaan olisi tarpeellinen.

LÄHTEET

- 1 VTT. 2007. Talotekniikan kehityslinjat. Verkkoaineisto. VTT-tiedotteita. Saatavilla: <https://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2007/T2379.pdf>. [Viitattu 6.6.2019].
- 2 LVI2019-nimikkeistö. LVI-ohjekortti. LVI 00-10473. Rakennustieto Oy. maaliskuu 2011
- 3 Teollisen talonrakennuksen sanasto Tekes ja TSK. 1991. Saatavilla: <http://www.tsk.fi/tepa/fi/haku/s%C3%A4hk%C3%B6j%C3%A4rjestelm%C3%A4> [Viitattu 6.6.2019].
- 4 Selostusesimerkit S2010-nimikkeistön mukaan. T810, Rakennusautomaatiojärjestelmät. ST-kortisto ST 711.20. Sähkötieto ry. 2013.
- 5 Kukkonen P, Hyvärinen J, Saari M, Nyman M. VTT-S-04488-15. Rakennusautomaatio rakentamisen sääntelyssä. VTT:n raportti. 2015
- 6 Rakennusautomaatiojärjestelmät. ST-käsikirja 17. Sähkötieto ry. 2018.
- 7 KNX-järjestelmän perusteet. ST-käsikirja 23. Sähkötieto Ry. s.167. 2015.
- 9 Rakentamisen ohjaus – tavoitteena laadukas rakennettu ympäristö.2013, päivitetty 5.12.2018. Ympäristöministeriö. Verkkojulkaisu. Saatavilla: https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Rakentamisen_ohjaus [Viitattu 8.7.2019].
- 10 Rakennusautomaatiojärjestelmän säädökset, määräykset, standardit ja ohjeet. ST 710.00. ST-kortti. Sähkötieto ry. 2017.

- 11 Parkkonen S. Urakkamuotojen vertailua rakennuttajan näkökulmasta. Savonia ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikka. Insinöörityö. 2015.
- 12 Piikkilä V. Kiinteistöautomaation integraatioprosessi. Automaatiomammattilaisten näkökulma. Tampereen teknillinen yliopisto. Teknisten tieteiden koulutusohjelma. 2017.
- 13 119§ Rakennushankkeeseen ryhtyvän huolehtimisvelvollisuus. Annettu maankäyttö- ja rakennuslaissa 41 17.1.2014. Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140041> [Viitattu 20.7.2019].
- 14 Ohje rakennustyön suorituksesta ja valvonnasta. YM5/601.Ympäristöministeriö. 2015.
- 15 Honkala J. Laskun maksamisen vaikutustilaajanvaatimusten esittämiselle rakennusurakassa. Helsingin yliopisto. Oikeustieteellinen tiedekunta. OTM-tutkielma. 2018.
- 16 Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot KSE 2013. RT 13-11143. Rakennustieto Oy. 2014.
- 17 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. RT 16-10660. Rakennustieto Oy. 1998.
- 18 Hammer I. Rakennusautomaatiovalvonta. Metropolian ammattikorkeakoulu. Automaatiotekniikka. Insinöörityö. 2018.
- 19 Kankainen J, Kuoppamäki A. 1999. Urakan työ-maavalvonta. Espoo: Teknillinen korkeakoulu, Rakentamistalouden laboratorio, raportti 177. 76 s. ISBN 951-22-4472-1. 2012

- 20 Kivimäki J. Projektinhallinta rakennushankkeessa. Vaasan ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikka. Insinöörityö YAMK.
- 21 Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettelyt. Prosessikuvaus. 2018. RT 10-11301. RT-kortti. Rakennustieto Oy. 2016.
- 22 Valvontakonsultit Oy. Koulutusaineisto.
- 23 Talonrakennushankkeen kulku. Rakennushankkeen vaiheet ja osittelu. RT 10-11224. RT-kortti. Rakennustieto Oy. 2016.
- 24. Talotekniikkatöiden valvonnan tehtäväluettelo. RT 16-11123. RT-kortti. Rakennustieto Oy. 2013.
- 25. Rakennusautomaatiourakan valvonta- ja vastaanottomenettelyohjeita. ST 711.04. ST-kortti. Sähkötieto Ry. 2011.
- 26. Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettelyt. Tehtävät ja dokumentointi. RT 10-11302. RT-kortti. Rakennustieto Oy. 2018.

RAU

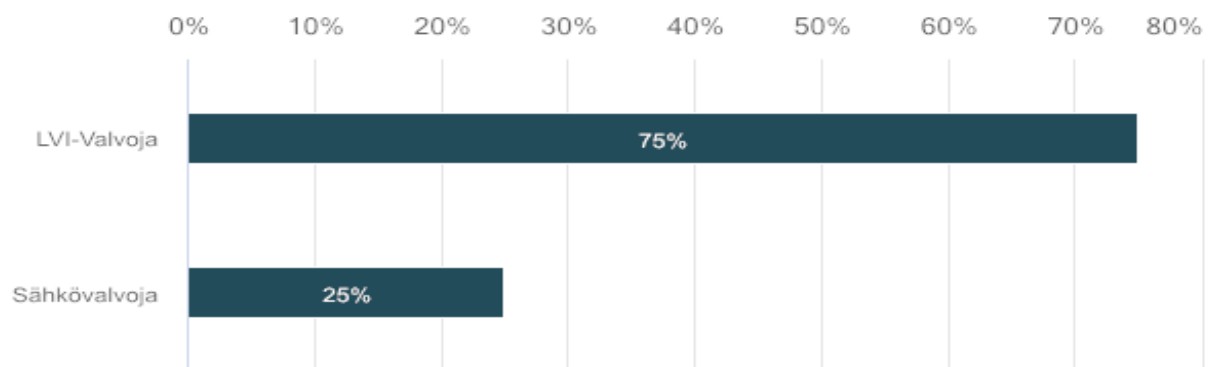
Perusraportti

Rakennusautomaatiovalvonta

Vastaajien kokonaismäärä: 8

1. Mikä on tehtäväalueesi?

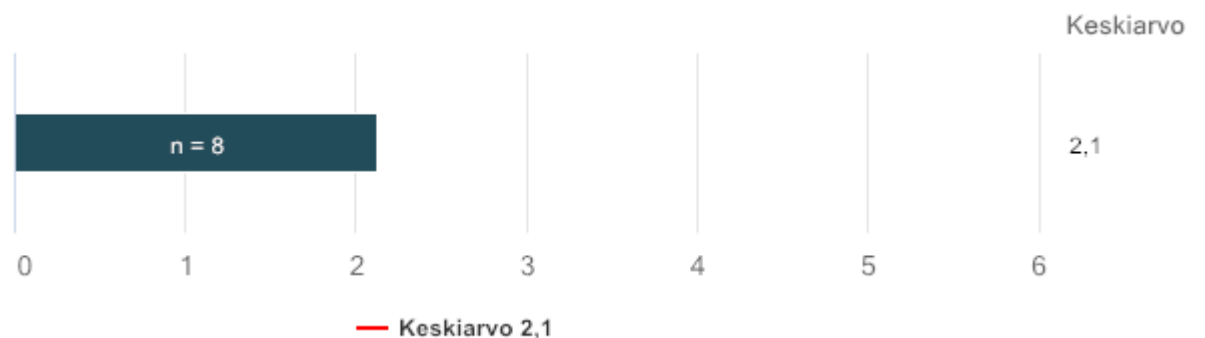
Vastaajien määrä: 8



| | n | Prosentti |
|--------------|---|-----------|
| LVI-Valvoja | 6 | 75% |
| Sähkövalvoja | 2 | 25% |

2. Kuinka hyvin tunnet oman roolisi ja tehtäväsi RAU-valvontaa suorittaessasi

Vastaajien määrä: 8



| | Hyvin | Melko hyvin | En hyvin enkä huonosti | Melko huonosti | Huonosti | En osaa sanoa |
|--|-------|-------------|------------------------|----------------|----------|---------------|
| | 0% | 87,5% | 12,5% | 0% | 0% | 0% |

3. Luettuani rakennushankkeen tekniset asiakirjat ja tarjouspyyntöasiakirjat, minulla on yleensä selkeä käsitys halutusta työn lopputuloksesta, myös rakennusautomaation osalta:

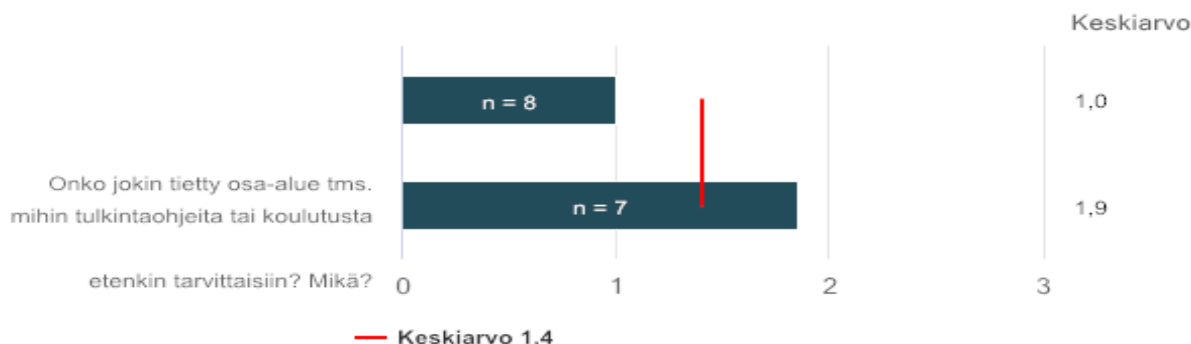
Vastaajien määrä: 8



| | Hyvin | Melko hyvin | Ei hyvin eikä huonosti | Melko huonosti | Huonosti | En osaa sanoa |
|--|-------|-------------|------------------------|----------------|----------|---------------|
| | 0% | 75% | 12,5% | 12,5% | 0% | 0% |

4. Tarvittaisiinko mielestäsi lisää RAU-järjestelmiä koskevia tulkintaohjeita ja koulutusta, jotka tukisivat rakennusautomaatiovalvonnan suorittamista

Vastaajien määrä: 8



| | Kyllä | Ei | En osaa sanoa |
|---|--------|----|---------------|
| | 100% | 0% | 0% |
| Onko jokin tietty osa-alue tms. mihin tulkintaohjeita tai koulutusta etenkin tarvittaisiin? Mikä? | 57,14% | 0% | 42,86% |

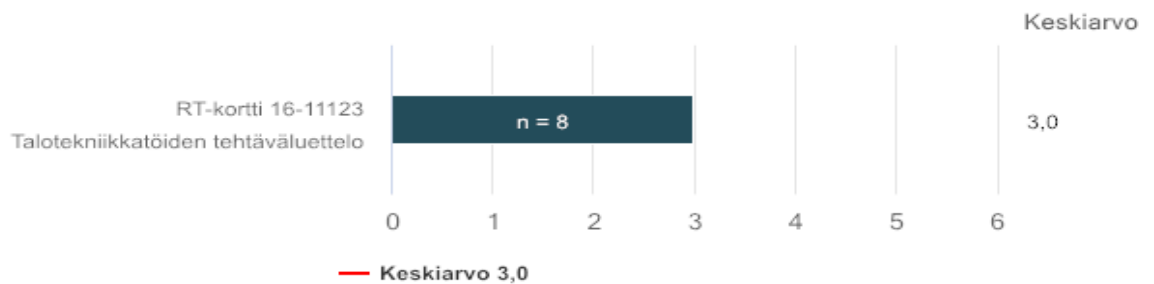
Avoimeen tekstikenttään annetut vastaukset

| Vastausvaihtoehdot | Teksti |
|---|---|
| Onko jokin tietty osa-alue tms. mihin tulkintaohjeita tai | Uudet järjestelmät, esim. asukkaan käyttöpaneelin tuomat mahdollisuudet |

| | |
|---|---|
| koulutusta etenkin tarvittaisiin? Mikä? | |
| Onko jokin tietty osa-alue tms. mihin tulkintaohjeita tai koulutusta etenkin tarvittaisiin? Mikä? | Sähkö, LVI- ja automaatio suunnittelun rajapintojen yhteensovitus/haluttujen toiminnallisuuden varmistaminen, ts. suunnittelun ohjauksen koulutus |
| Onko jokin tietty osa-alue tms. mihin tulkintaohjeita tai koulutusta etenkin tarvittaisiin? Mikä? | Yleistason RAU-koulutusta mm. väylistä (ei tarvitse liian detaljitason koulutusta, mutta olisi syytä ymmärtää isot linjat) |
| Onko jokin tietty osa-alue tms. mihin tulkintaohjeita tai koulutusta etenkin tarvittaisiin? Mikä? | Prosessivaatimukset selkeitä, mutta tekniset toteutukset eivät kovinkaan tuttuja |

5. Kuinka selkeästi RAU-valvojan tehtävät ovat tulkittavissa alla olevasta tehtäväluettelosta

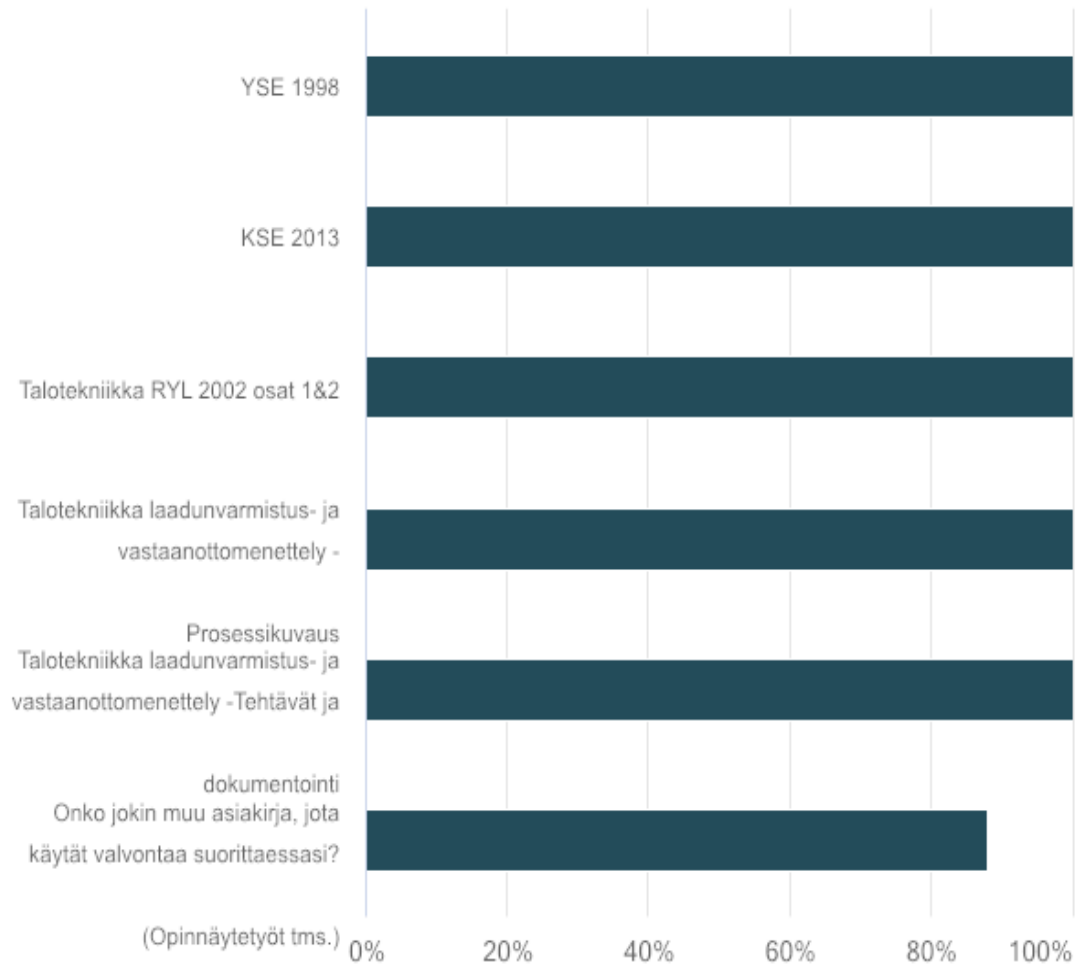
Vastaajien määrä: 8



| | Hyvin | Melko hyvin | Ei hyvin eikä huonosti | Melko huonosti | Huonosti | En osaa sanoa |
|--|-------|-------------|------------------------|----------------|----------|---------------|
| RT-kortti 16-11123 Talotekniikkatöiden tehtäväluettelo | 0% | 25% | 50% | 25% | 0% | 0% |

6. Tunnen hyvin seuraavien asiakirjojen sisällön sekä tiedän miten ne vaikuttavat RAU-valvontaan

Vastaajien määrä: 8, valittujen vastausten lukumäärä: 47



| | Hyvin | Melko hyvin | En hyvin enkä huonosti | Melko huonosti | Huonosti | En osaa sanoa | Yhteensä | Keskiarvo | Mediaani |
|-------------------|-------|-------------|------------------------|----------------|----------|---------------|----------|-----------|----------|
| YSE 1998 | 0 | 5 | 3 | 0 | 0 | 0 | 8 | 2,38 | 2 |
| | 0% | 62,5 % | 37,5 % | 0% | 0% | 0% | | | |
| KSE 2013 | 0 | 3 | 3 | 2 | 0 | 0 | 8 | 2,88 | 3 |
| | 0% | 37,5 % | 37,5 % | 25% | 0% | 0% | | | |
| Talotekniikka RYL | 0 | 4 | 2 | 2 | 0 | 0 | 8 | 2,75 | 2,5 |
| | 0% | 50% | 25% | 25% | 0% | 0% | | | |

| | | | | | | | | | |
|---|------------|------------|------------|-----|------------|------------|---|------|-----|
| 2002 osat 1&2 | | | | | | | | | |
| Talo- tek- niikk a laa- dun- var- mis- tus- ja vas- taan- otto- me- net- tely - Pro- ses- siku- vaus | 1 | 3 | 2 | 2 | 0 | 0 | 8 | 2,63 | 2,5 |
| | 12,5 % | 37,5 % | 25% | 25% | 0% | 0% | | | |
| Talo- tek- niikk a laa- dun- var- mis- tus- ja vas- taan- otto- me- net- tely - Teh- tävät ja do- ku- men- tointi | 0 | 4 | 2 | 2 | 0 | 0 | 8 | 2,75 | 2,5 |
| | 0% | 50% | 25% | 25% | 0% | 0% | | | |
| Onko jokin muu asia- kirja, | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 7 | 3,57 | 3 |
| | 14,28 % | 28,57 % | 14,29 % | 0% | 14,29 % | 28,57 % | | | |

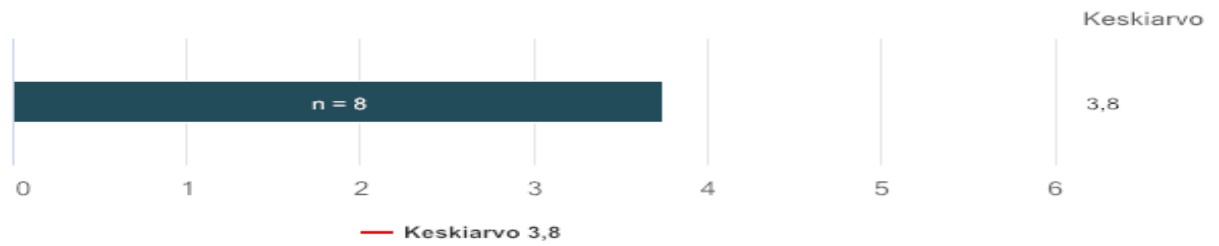
| | | | | | | | | | |
|--|---|----|----|---|---|---|----|------|---|
| jota käytät valvontaa suorittaessasi? (Opinnäytetyöt tms.) | | | | | | | | | |
| Yhteensä | 2 | 21 | 13 | 8 | 1 | 2 | 47 | 2,81 | 3 |

Avoimeen tekstikenttään annetut vastaukset

| Vastausvaihtoehdot | Teksti |
|--|--|
| Onko jokin muu asiakirja, jota käytät valvontaa suorittaessasi? (Opinnäytetyöt tms.) | SFS 6000, ST-kortisto, Netti |
| Onko jokin muu asiakirja, jota käytät valvontaa suorittaessasi? (Opinnäytetyöt tms.) | Mikko Manni Rakennusprojektin LVI-valvonta ohje, opinnäytetyö, Metropolia |
| Onko jokin muu asiakirja, jota käytät valvontaa suorittaessasi? (Opinnäytetyöt tms.) | Opinnäytetyöt, valmistajien nettisivut ja asennus-/käyttöönotto-ohjeet, vanhat asiakirjat edellisistä työpaikoista, muiden hankkeiden aineisto |
| Onko jokin muu asiakirja, jota käytät valvontaa suorittaessasi? (Opinnäytetyöt tms.) | Alan opinnäytetyöt ovat hyviä tietolähteitä. Myös kollegoilta kysymällä saa tietoa. |
| Onko jokin muu asiakirja, jota käytät valvontaa suorittaessasi? (Opinnäytetyöt tms.) | Ei ole käytössä |

7. Oletko kohdannut ongelmia RAU-valvontaa suorittaessasi

Vastaajien määrä: 8



| | En koskaan | Harvoin | Joskus | Melkein aina | Aina | En osaa sanoa |
|--|------------|---------|--------|--------------|------|---------------|
| | 0% | 0% | 50% | 25% | 25% | 0% |

8. Olen havainnut ongelmia _____, suorittaessani RAU-valvontaa:

Vastaajien määrä: 8



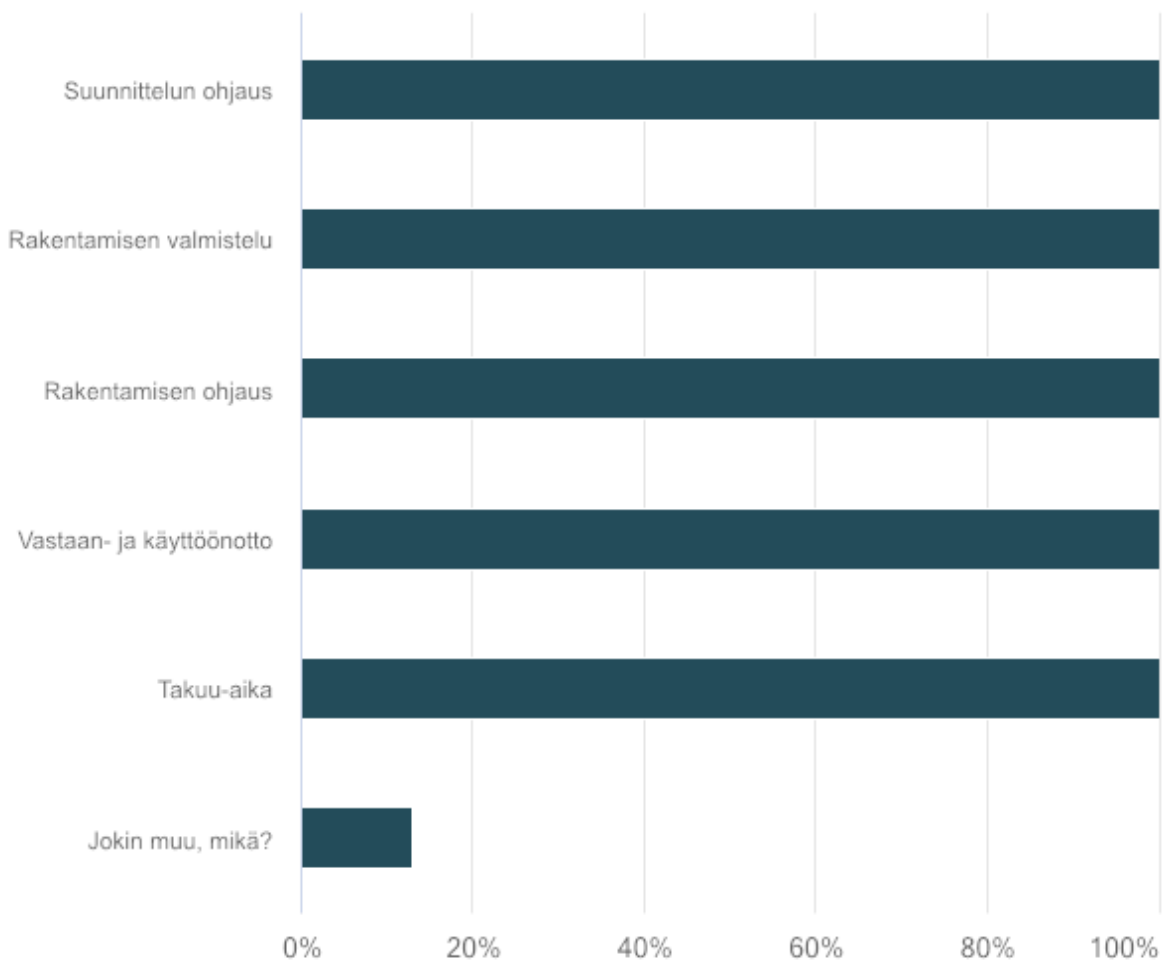
| | En kos- kaan | Har- voin | Jos- kus | Mel- kein aina | Aina | En osaa sanoa |
|---|-----------------|--------------|-------------|----------------------|-----------|---------------------|
| Itsenäisesti toimivien laitteiden liittymisessä RAU-järjestelmään | 0% | 12,5% | 50% | 12,5% | 12,5% | 12,5% |
| Palopelti- ja savunpois- tojärjestelmissä | 0% | 12,5% | 50% | 12,5% | 12,5% | 12,5% |
| IV-pysäytysjärjestel- missä | 12,5% | 0% | 62,5% | 12,5% | 0% | 12,5% |
| IV-koneissa | 12,5% | 0% | 50% | 25% | 12,5% | 0% |
| Pienissä IV-koneissa (ns. pakettikoneet) | 12,5% | 12,5% | 62,5% | 12,5% | 0% | 0% |
| LVI- ja sähköjärjestel- mien ohjauksissa, tila- tiedoissa ja hälytyksissä | 0% | 0% | 37,5% | 50% | 12,5% | 0% |
| Olosuhdeseurantajär- jestelmissä | 12,5% | 25% | 37,5% | 12,5% | 0% | 12,5% |
| Energia- ja kulutusmit- tausjärjestelmissä | 12,5% | 12,5% | 62,5% | 12,5% | 0% | 0% |
| Etävalvomon toimin- nassa | 12,5% | 50% | 25% | 12,5% | 0% | 0% |
| Lukitusjärjestelmissä | 12,5% | 25% | 37,5% | 12,5% | 12,5% | 0% |
| Valaistusjärjestelmissä | 12,5% | 25% | 25% | 0% | 12,5% | 25% |
| Sulatusjärjestelmissä | 14,28 % | 14,29 % | 28,57 % | 14,29 % | 0% | 28,57 % |
| Osapuolten yhteis- työssä (LVI/RAU/SÄH/SUUN/V ALVOJA) | 0% | 0% | 25% | 62,5% | 12,5 % | 0% |
| Jokin muu, missä? | 0% | 0% | 50% | 25% | 25% | 0% |

Avoimeen tekstikenttään annetut vastaukset

| Vastausvaihtoehto | Teksti |
|-------------------|---|
| Jokin muu, missä? | Tiedottaminen ja ammattitaito |
| Jokin muu, missä? | Lisä- ja muutostöissä, virheiden ja puutteiden korjauksessa, urakan maksuerät liittyen automaatioon |
| Jokin muu, missä? | Vesikiertoisten pakettikoneiden jäätymissuojien testaaminen on usein haastavaa |

9. Olen havainnut ongelmia rakennusautomaatioon liittyen, seuraavissa rakennushankkeen vaiheissa:

Vastaajien määrä: 8, valittujen vastausten lukumäärä: 41



| | En koskaan | Harvoin | Joskus | Usein | Melkein aina | Aina | En osaa sanoa | Yhteensä | Keskiarvo | Mediaani |
|-------------------------|------------|---------|--------|-------|--------------|-------|---------------|----------|-----------|----------|
| Suunnittelun ohjaus | 0 | 0 | 3 | 2 | 1 | 2 | 0 | 8 | 4,25 | 4 |
| | 0% | 0% | 37,5% | 25% | 12,5% | 25% | 0% | | | |
| Rakentamisen valmistelu | 0 | 0 | 2 | 3 | 2 | 1 | 0 | 8 | 4,25 | 4 |
| | 0% | 0% | 25% | 37,5% | 25% | 12,5% | 0% | | | |
| | 0 | 0 | 3 | 1 | 3 | 1 | 0 | 8 | 4,25 | 4,5 |

| | | | | | | | | | | |
|---|-----------|----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|------|-----|
| Ra- ken- tami- sen oh- jaus | 0% | 0% | 37,5 % | 12,5 % | 37,5 % | 12,5 % | 0% | | | |
| Vas- taan- ja käyt- töön- otto | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 3 | 0 | 8 | 4,75 | 4,5 |
| | 0% | 0% | 12,5 % | 37,5 % | 12,5 % | 37,5 % | 0% | | | |
| Ta- kuu- aika | 1 | 0 | 4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 8 | 3,75 | 3 |
| | 12,5 % | 0% | 50% | 12,5 % | 0% | 12,5 % | 12,5 % | | | |
| Jokin muu, mikä ? | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 7 | 7 |
| | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 100 % | | | |
| Yh- teens ä | 1 | 0 | 13 | 10 | 7 | 8 | 2 | 41 | 4,32 | 4 |

Avoimeen tekstikenttään annetut vastaukset

| | |
|---------------------------|---------------|
| Vastausvaihtoehdot | Teksti |
|---------------------------|---------------|

10. Olen havainnut ongelmia RAU-valvontaa suorittaessani etenkin:

Vastaaajien määrä: 8, valittujen vastausten lukumäärä: 89



| | En kos kaa n | Har voin | Jos kus | Usei n | Mel kein aina | Aina | En osa a sa noa | Yh teens ä | Kes kiarv o | Me di aa ni |
|---|-----------------------|-------------|------------|-----------|---------------------|-----------|-----------------------------|------------------|-------------------|----------------------|
| Työ selost uk sissa | 0 | 0 | 6 | 1 | 1 | 0 | 0 | 8 | 3,38 | 3 |
| | 0% | 0% | 75% | 12,5 % | 12,5 % | 0% | 0% | | | |
| Jär jes tel mä ku vauk sissa | 0 | 1 | 4 | 2 | 0 | 1 | 0 | 8 | 3,5 | 3 |
| | 0% | 12,5 % | 50% | 25% | 0% | 12,5 % | 0% | | | |
| RAU jär jes tel mä kaa vi oissa | 0 | 0 | 6 | 1 | 0 | 1 | 0 | 8 | 3,5 | 3 |
| | 0% | 0% | 75% | 12,5 % | 0% | 12,5 % | 0% | | | |
| Sää tö kaa vi oissa ja toi min ta selost uk sissa | 0 | 0 | 1 | 5 | 1 | 1 | 0 | 8 | 4,25 | 4 |
| | 0% | 0% | 12,5 % | 62,5 % | 12,5 % | 12,5 % | 0% | | | |
| Lait e luet te loissa | 0 | 0 | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 | 8 | 3,63 | 3,5 |
| | 0% | 0% | 50% | 37,5 % | 12,5 % | 0% | 0% | | | |
| Kau pallis ten asiaki rjojen yh teen sopi vuuk sissa. (esim | 0 | 1 | 3 | 4 | 0 | 0 | 0 | 8 | 3,38 | 3,5 |
| | 0% | 12,5 % | 37,5 % | 50% | 0% | 0% | 0% | | | |

| | | | | | | | | | | |
|--|----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|---|------|-----|
| urak- ka- ohje ja urak- kara- jaliite) | | | | | | | | | | |
| Toi- min- tako- keiss a | 0 | 0 | 2 | 2 | 3 | 1 | 0 | 8 | 4,38 | 4,5 |
| | 0% | 0% | 25% | 25% | 37,5 % | 12,5 % | 0% | | | |
| Jär- jes- tel- mien yh- teen- sovit- tami- sessa | 0 | 0 | 4 | 1 | 2 | 1 | 0 | 8 | 4 | 3,5 |
| | 0% | 0% | 50% | 12,5 % | 25% | 12,5 % | 0% | | | |
| Asen- nus- tapa- tar- kas- tuk- sissa | 0 | 2 | 4 | 1 | 0 | 1 | 0 | 8 | 3,25 | 3 |
| | 0% | 25% | 50% | 12,5 % | 0% | 12,5 % | 0% | | | |
| Käyt- töön- opas- tuk- sen val- von- nass a | 0 | 2 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 8 | 3,13 | 3 |
| | 0% | 25% | 37,5 % | 37,5 % | 0% | 0% | 0% | | | |
| TATE- ura- koitsi- joi- den suo- ritta- missa mit- tauk- sissa ja | 0 | 1 | 3 | 1 | 3 | 0 | 0 | 8 | 3,75 | 3,5 |
| | 0% | 12,5 % | 37,5 % | 12,5 % | 37,5 % | 0% | 0% | | | |

| | | | | | | | | | | |
|----------------------------|----|----|----|----------|----|----|----|----|------|---|
| sää- döiss ä | | | | | | | | | | |
| Jokin muu, mikä ? | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 4 |
| | 0% | 0% | 0% | 100 % | 0% | 0% | 0% | | | |
| Yh- teens ä | 0 | 7 | 40 | 25 | 11 | 6 | 0 | 89 | 3,65 | 3 |

Avoimeen tekstikenttään annetut vastaukset

| Vastausvaihtoehdot | Teksti |
|--------------------|-----------------------------------|
| Jokin muu, mikä? | Lisä- ja muutostöiden hinnoittelu |

11. Jatko kysymykseen 8, 9, 10 ja 11. Mikäli olet kohdannut ongelmia, osaatko sanoa mistä nämä ongelmat yleensä johtuvat?

Vastaaajien määrä: 6

| Vastaukset |
|--|
| Useasta laitetoimittajasta, eri tasoisista ammatin harjoittajista ja rahasta. Halvalla saa ongelmia. |
| mm. pääurakoitsijan osaamattomuus tate-töiden johtamisessa ja yhteensovittamisessa. lisäksi Ivia- ja sähkösuunnitelmien ristiriitaisuus -> sähköurakoitsija katsoo vain sähkösuunnitelmia ja Ivi-urakoitsija vain Ivia-suunnitelmia |
| Tiedon puutteesta, kiireestä, välinpitämättömyydestä, vastuualueiden epäselvyyksistä. |
| RAU-valvontaan liittyy paljon hiljaista tietoa, jota ei helposti ole ns. avoimissa lähteissä. Tieto ei siirry eteenpäin. Automaatiourakoitsijat elävät usein vähän omaa elämäänsä, koska pääurakoitsijat eivät ole RAU-asioissa juuri-kaan sisällä, jolloin asiat tulevat valvojalle ilman pääurakoitsijan "suodattusta". |
| RAU-urakoitsija on usein paremmin toteutuksen päällä, ja suunnittelija on vähän altavastaaajana: usein on suunnitelmapuutteita, joihin urakoitsija pääsee villillä hinnoittelulla iskemään. Valvojan rooli korostuu. |
| Laitteet eivät ole kytkettävissä automaatioon suunnitelmien mukaisesti. Palopeltien nimeämisessä ja mikrokytkimissä on usein häikkää. Jotkin puhaltimet eivät ole iv-hätäseis painiketta testattaessa pysähtyneet (syy testausvaiheessa epäselvä). IV-koneiden oma sisäinen automatiikka on usein huonosti testattavissa (sulatukset, LTO, esilämmitys), jonka takia niistä tulisi aina saada tehtaan testauspöytäkirja. Ohjaukset saattaa usein jäädä toimimatta, koska laitteet ei ole soveltuvia. Luotettava tilatieto saattaa puuttua. Hälytykset eivät välttämättä ohjelmallisista ongelmista tai hälytysrajoista johtuen toimi oikein. Suunnitelmien mukaiset olosuhdeseurannat ja hyötysuhdelaskennat puuttuvat usein. Energiamittaus- ja kulutusmittausjärjestelmien yhteensovittamisessa on usein haasteita ja joskus skaalausongelmista joh- |

tuen näyttävät mitä sattuu. Suunnitelmien mukaisen etävalvomon käyttöön-
otto jää usein tekemättä (tilaajalta selvitettävä hyvissä ajoin tarvitaanko etä-
valvomoa ja jos tarvitaan, niin valvojan on huolehdittava että tarvittavat liitty-
mätilaukset hoidetaan yms.). Lukituspalavereissa saatetaan usein tehdä
muutoksia suunnitelmiin, joka vaikuttaa RAU-asioihin, mutta näitä ei yhteen-
soviteta RAU-suunnitelmiin. Sulatusjärjestelmissä lämpötilarajat saattaa
olla suunnitelmissa älyttömät tai RAU-urakoitsijan toimesta asettamatta.
Myös hidastukset ovat usein asettamatta, jolloin kontaktori hakkaa päälle ja
pois rajalämpötilan läheisyydessä. Osapuolten yhteistyössä ongelmaksi tu-
lee se, että on paljon yhteisiä rajapintoja ja järjestelmiä, mutta jokainen vain
huolehtii omasta kokonaisuudestaan, eikä tarvittavaa yhteistyötä tai yhteen-
sovittamista tehdä tarpeeksi. Ongelma on myös se, että pääurakoitsija ei
ymmärrä näistä asioista usein mitään, joten vastuu ohjaamisesta jää täysin
valvojalle. Ongelmana on myös se, että tilaaja ei osaa määritellä suunnitte-
luvaiheessa RAU-tarpeitaan. Rakentamisen valmisteluvaiheessa asiakirjat
saattavat olla RAU-asioiden osalta ristissä ja yhteensovittamatta.

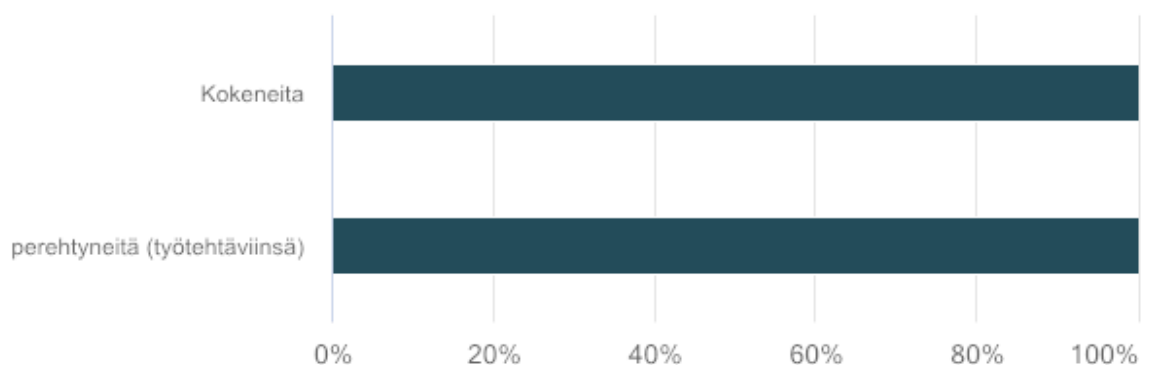
RAU-johdotukset on määritetty Sähköurakkaan.

RAU-johdotukset pitäisi olla RAU:n sisällä. Lukuunottamatta vahva virta joh-
dotuksia.

Mikäli Sähköurakka viivästyy niin silloin myös RAU
myöhästyy.

12. Urakoitsijan tekniset työnjohtajat ovat yleensä riittä- vän _____ Suorittamaan RAU-järjestelmiin liittyvää työnjohta- mista

Vastaajien määrä: 8, valittujen vastausten lukumäärä: 16

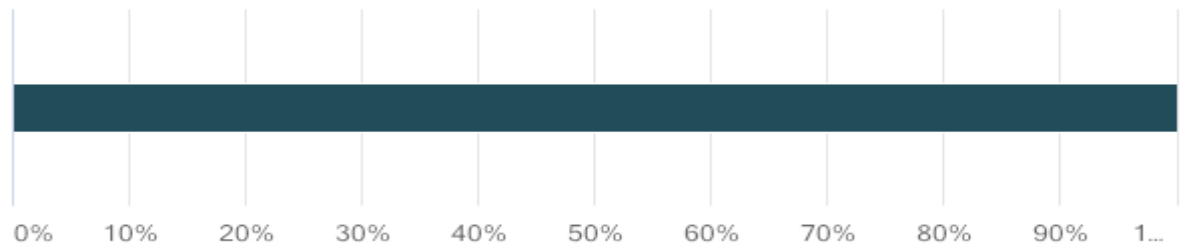


| | Ei kos kaa n | Har- voin | Jos- kus | Usei n | Mel kei n ain a | Ain a | En osa a sa- noa | Yh- teens ä | Kes- kiarv o | Me- di- aan i |
|----------------|-----------------------|--------------|-------------|-----------|-----------------------------|----------|------------------------------|-------------------|--------------------|------------------------|
| Koke- neita | 0 | 1 | 3 | 2 | 2 | 0 | 0 | 8 | 3,63 | 3,5 |
| | 0% | 12,5 % | 37,5 % | 25% | 25 % | 0% | 0% | | | |
| | 0 | 1 | 3 | 2 | 2 | 0 | 0 | 8 | 3,63 | 3,5 |

| | | | | | | | | | | |
|--|----|-----------|-----------|-----|---------|----|----|----|------|-----|
| pe- rehty- neitä (työ- tehtä- viinsä) | 0% | 12,5 % | 37,5 % | 25% | 25 % | 0% | 0% | | | |
| Yh- teens ä | 0 | 2 | 6 | 4 | 4 | 0 | 0 | 16 | 3,63 | 3,5 |

13. Kuinka hyvin suunniteltu rakennusautomaatiotekniikka vastaa yleensä tilaajan esittämiä vaatimuksia järjestelmän toiminnalle ja rakennukselle suunniteltua käyttötarkoitusta?

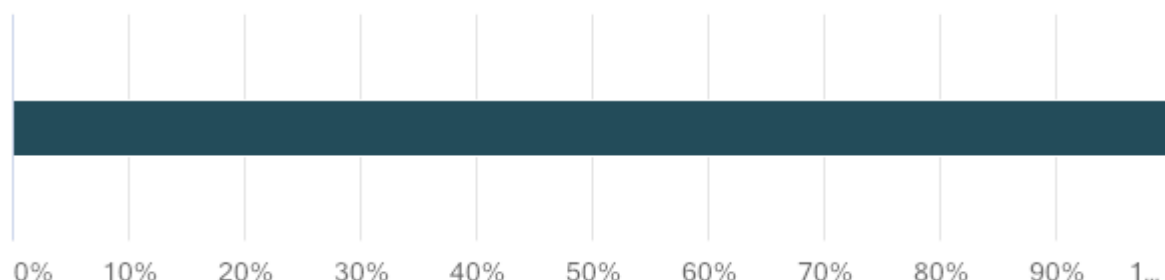
Vastaajien määrä: 8, valittujen vastausten lukumäärä: 8



| | Hy- vin | Melko hyvin | Ei hy- vin eikä huo- nosti | Melko huo- nosti | Huo- nosti | En osaa sa- noa | Yh- teensä | Kes- kiarvo | Me- di- aani |
|---------------|------------|----------------|---|------------------------|---------------|--------------------------|---------------|----------------|--------------------|
| | 0 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 8 | 2,25 | 2 |
| | 0% | 75% | 25% | 0% | 0% | 0% | | | |
| Yh- teensä | 0 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 8 | 2,25 | 2 |

14. Kuinka hyvin RAU-järjestelmien suunnittelussa mielestäsi osataan huomioida tietoturvariskit? (ns.kyberturvallisuus)

Vastaajien määrä: 8, valittujen vastausten lukumäärä: 8



| | Hyvin | Melko hyvin | Ei hyvin eikä huonosti | Melko huonosti | Huonosti | En osaa sanoa | Yhteensä | Keskiarvo | Mediानी |
|----------|-------|-------------|------------------------|----------------|----------|---------------|----------|-----------|---------|
| | 1 | 0 | 3 | 2 | 0 | 2 | 8 | 3,75 | 3,5 |
| | 12,5% | 0% | 37,5% | 25% | 0% | 25% | | | |
| Yhteensä | 1 | 0 | 3 | 2 | 0 | 2 | 8 | 3,75 | 3,5 |

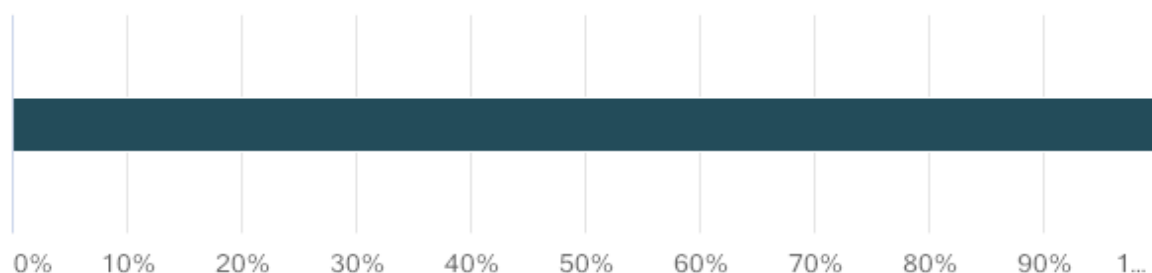
15. Jatkoa kysymykseen 14. Kuinka mielestäsi valvonnalla voidaan vaikuttaa järjestelmien tietoturvariskien hallintaan?

Vastaajien määrä: 6

| Vastaukset |
|--|
| Riittävä palomuuuri esim. Tosibox tai vastaava. |
| Perusselvitykset (jotka yleensä on kyllä kunnossa) eli tietoturvallinen yhteys, luotettava palveluntarjoaja ja kulku estetty asiattomilta laitteisiin. |
| En osaa sanoa, minulle tuntematon osa-alue. |
| Nostamalla asia esille hyvissä ajoin, jos asiaa ei ole huolehdittu suunnitelmassa |
| Eipä juurikaan tule edes esille |
| Minusta tuo asia pitää ottaa huomioon jo suunnitteluvaiheessa |

16. Valvontakonsultit Oy:lla on hyvät valmiudet suorittaa rakennusautomaatiovalvontaa?

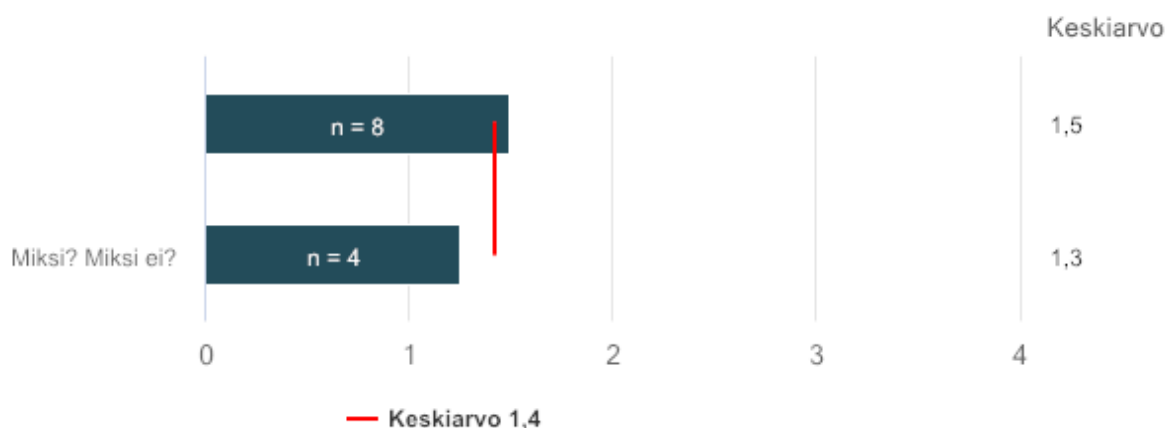
Vastaajien määrä: 8, valittujen vastausten lukumäärä: 8



| | Hyvin | Melko hyvin | Ei hyvin eikä huonosti | Melko huonosti | Huonosti | En osaa sanoa | Yhteensä | Keskiarvo | Mediानी |
|----------|-------|-------------|------------------------|----------------|----------|---------------|----------|-----------|---------|
| | 0 | 3 | 3 | 2 | 0 | 0 | 8 | 2,88 | 3 |
| | 0% | 37,5% | 37,5% | 25% | 0% | 0% | | | |
| Yhteensä | 0 | 3 | 3 | 2 | 0 | 0 | 8 | 2,88 | 3 |

17. Tarvittaisiinko yritykseen mielestäsi RAU-asiantuntijaa, joka vastaa pelkästään RAU-valvonnasta

Vastaajien määrä: 8



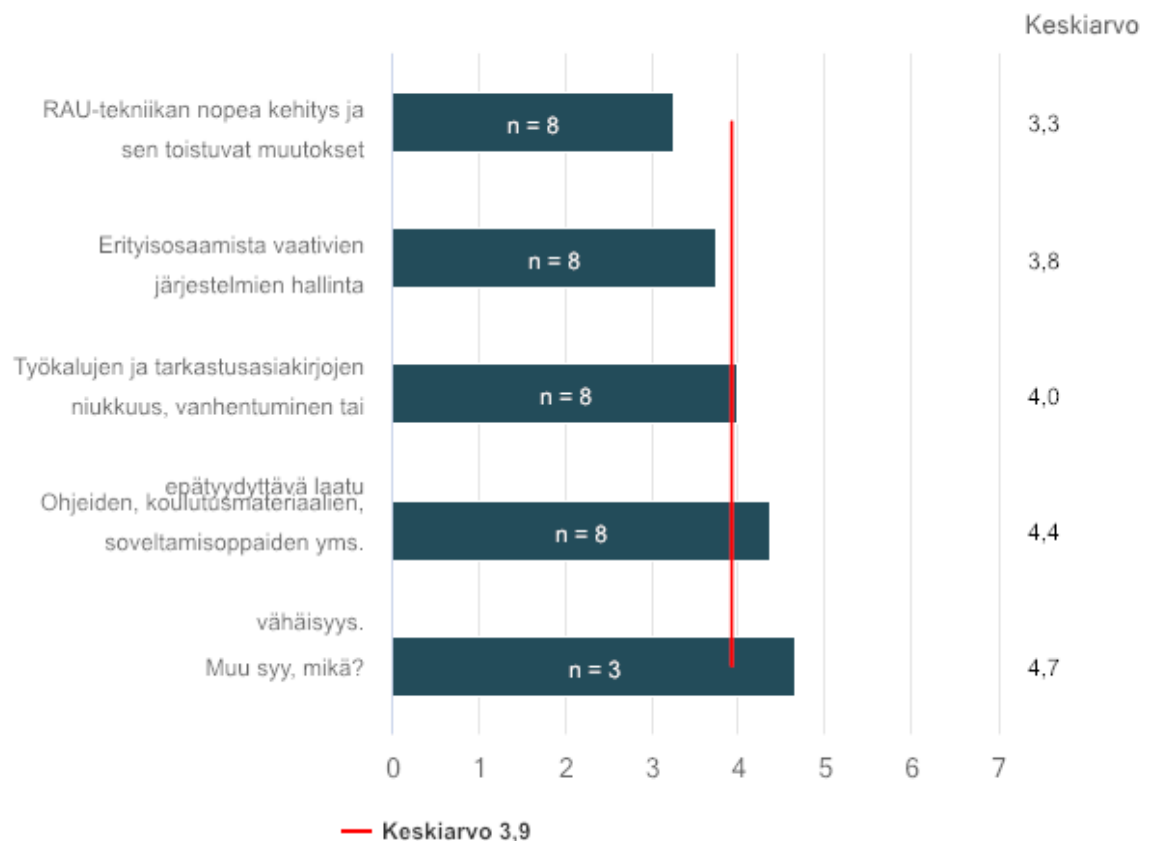
| | Kyllä | Ehkä | Ei | En osaa sanoa |
|------------------|-------|------|----|---------------|
| | 50% | 50% | 0% | 0% |
| Miksi? Miksi ei? | 75% | 25% | 0% | 0% |

Avoimeen tekstikenttään annetut vastaukset

| Vas- taus- vaihto- ehdot | Teksti |
|-----------------------------------|--|
| Miksi? Miksi ei? | Ammattitaidottomien valvojien työt tulee suorittaa jonkun muun ja silloin automaatioasiat kuuluvat toiselle talotekniikan valvojalle |
| Miksi? Miksi ei? | RAU yleistyy kokoajan ja sitä opiskellaan sekä urakoidaan omana alanaan, joten miksei myös valvottaisi? |
| Miksi? Miksi ei? | Pitäisi ensin selvittää RAU-osaamisen taso ja sen jälkeen harkita tarvitaanko erityistä osaajaa tälle alueelle. |
| Miksi? Miksi ei? | Vähintään yksi rau-urakoinnin kokemusta paljon omaava rau-valvoja voi jakaa paljon arvokasta tietoa ja kokemusta, talossa on paljon nuoria tate-valvoja joille tietoa ja ymmärrystä rau-valvonnasta täytyy lisätä. Tilaajat odottavat että LVIA-valvoja on myös automaatioasioissa sekä rau-urakoitsijan että automaatio-suunnittelijan yläpuolella ja tiedontuojana tilaajille. |

18. RAU-valvontaan aiheuttaa ongelmia

Vastaajien määrä: 8



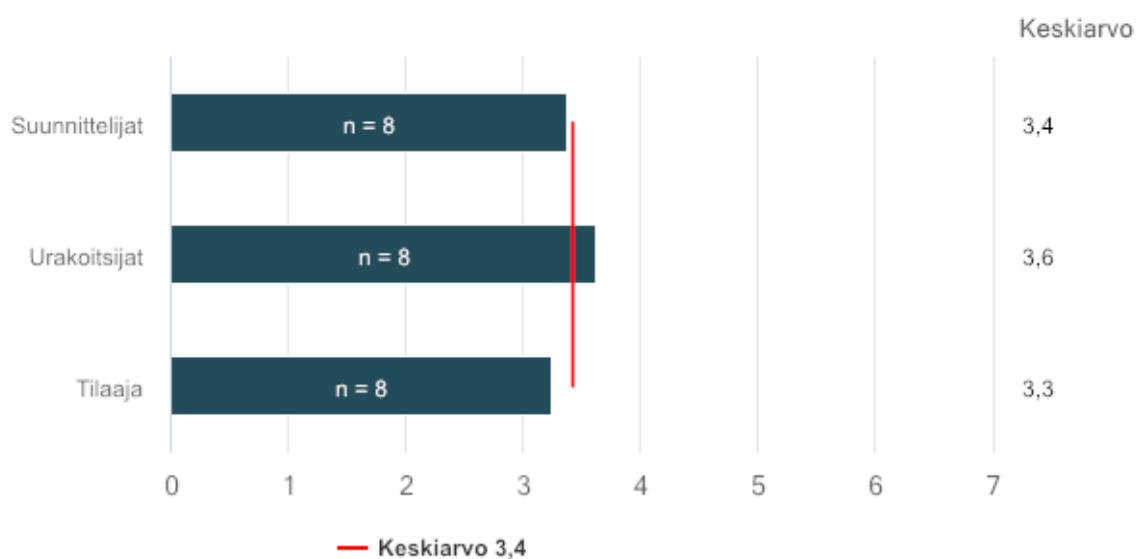
| | Ei koskaan | Harvoin | Joskus | Usein | Melkein aina | Aina | En osaa sanoa |
|---|------------|---------|--------|--------|--------------|--------|---------------|
| RAU-tekniikan nopea kehitys ja sen toistuvat muutokset | 0% | 50% | 12,5% | 12,5% | 12,5% | 12,5% | 0% |
| Erityisosaimista vaativien järjestelmien hallinta | 0% | 0% | 37,5% | 50% | 12,5% | 0% | 0% |
| Työkalujen ja tarkastusasiakirjojen niukkuus, vanhentuminen tai epätyytyttävä laatu | 0% | 25% | 0% | 37,5% | 25% | 12,5% | 0% |
| Ohjeiden, koulutusmateriaalien, soveltamisoppaiden yms. vähäisyys. | 0% | 0% | 25% | 25% | 37,5% | 12,5% | 0% |
| Muu syy, mikä? | 0% | 0% | 0% | 66,67% | 0% | 33,33% | 0% |

Avoimeen tekstikenttään annetut vastaukset

| Vastausvaihtoehdot | Teksti |
|--------------------|--|
| Muu syy, mikä? | Ammattitaidottomuus ja kouluttamattomuus |
| Muu syy, mikä? | Hiljaisen tiedon liikkumattomuus, esim. kustannustaso yms. |
| Muu syy, mikä? | Valvontaan varattu tuntimäärä |

19. Kuinka hyvin yhteistyö rakennushankkeen eri osapuolten kanssa toimii rakennusautomaation kannalta?

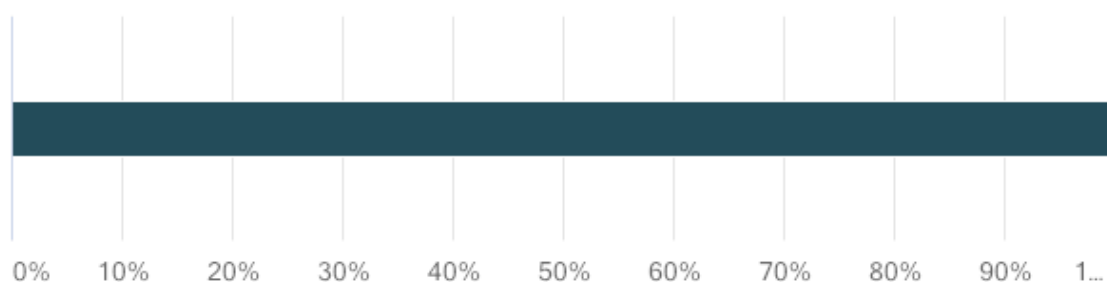
Vastaajien määrä: 8



| | Erittäin huonosti | Melko huonosti | Ei hyvin eikä huonosti | Melko hyvin | hyvin | Erittäin hyvin | En osaa sanoa |
|----------------|-------------------|----------------|------------------------|-------------|-------|----------------|---------------|
| Suunnittelijat | 0% | 12,5% | 37,5% | 50% | 0% | 0% | 0% |
| Urakoitsijat | 0% | 25% | 12,5% | 37,5% | 25% | 0% | 0% |
| Tilaaja | 0% | 12,5% | 50% | 37,5% | 0% | 0% | 0% |

20. Tulisiko mielestäsi suunnittelijoita ja työnjohtoa ohjeistaa paremmin etenkin rakennusautomaatiojärjestelmien yhteensovittamisen osalta?

Vastaajien määrä: 8, valittujen vastausten lukumäärä: 8



| | Kyllä | Ei | En osaa sanoa | Yhteensä | Keskiarvo | Mediaani |
|----------|-------|----|---------------|----------|-----------|----------|
| | 8 | 0 | 0 | 8 | 1 | 1 |
| | 100% | 0% | 0% | | | |
| Yhteensä | 8 | 0 | 0 | 8 | 1 | 1 |

21. Mitä mieltä olet nykyisistä yrityksen asiakirjapohjista ja työkaluista, jotka on luotu helpottamaan RAU-valvontaa? Olisiko jotain mitä pitäisi mielestäsi kehittää tai lisätä?

Vastaajien määrä: 6

| Vastaukset |
|---|
| Niitä ei ole. |
| En ole kuullut ko. pohjista ja työkaluista |
| Aika hyvät pohjat. Minun kokemuksellani ei tule juuri kehitettävää mieleen. |
| Taso on heikko, mutta menossa parempaan suuntaan. Jonkinlainen esitetyt matriisipohja oleellisista asioista olisi syytä olla (ehkä on mutta en ole löytänyt?) |
| Kehitystyö on kuitenkin ollut toistaiseksi liian hidasta. Ulkopuolista rau-koulutusta tarvitaan myös. |
| Asiakirjapohjat tulisi käydä tehtäväluettelon, RYLLin ja soveltuvien RT-korttien kanssa läpi ja paikata puutteet. Ei ehkä prosessikaavioita mutta asia tulisi huomioida tarkemmin valvontaa suunniteltaessa, sekä tuottaa parempia malliasiakirjapohjia yhteensovituspalaveri-ihin, laatupalaveri-ihin, seuranta-palaveri-ihin, aikatauluseurantaan, asennustapataarkastuksiin, toimintakokeisiin, käytönopastuksiin jne. |
| Mikäli mahdollista enemmän tietoa j osuunnitteluvaiheessa |

22. Miten mielestäsi TATE-urakoitsijoita ja suunnittelijoita saadaan johdettua ja ohjattua paremmin, jotta rakennusautomaatiota koskevissa suunnitelmissa, asiakirjoissa ja järjestelmissä ilmenevät ongelmat saataisiin ennaltaehkäistyä

Vastaajien määrä: 6

| Vastaukset |
|--|
| Sakot |
| Enemmän yhteistyötä osapuolten välille, velvoitteita esim urakkaohjelmaan? |
| Tuoda paremmin tapetille hankkeen alkuvaiheessa se, miten järjestelmien pitäisi toimia yhteen ja erikseen. |
| Suunnittelunohjauksen koulutusta lisättävä, rau-/muu TATE -yhteensovituspalaverien runko ja pääasiat johonkin matriisiin/pöytäkirjapohjaan valmiiksi esille ettei tarvitse kaikkea laatia itse alusta. |
| Kaikki lähtee suunnittelupöydältä, joten ensin täytyisi johtaa/johdatella tilaaja kertomaan minkälaiset järjestelmät palvelevat heidän tarpeitaan. Toiseksi |

pitäisi johtaa ja ohjata suunnittelu tilaajan tarpeisiin ja kolmanneksi urakoitsija sopimuksen mukaiseen lopputulokseen. Tämä onnistuu ennakoimalla, yhteensovittamalla ja varmistamalla. Valvojan rooli on sellainen että hän tuo osapuolet yhteen ja kaivaa osapuolilta ratkaisut asioihin. Valvojan ei tarvitse tietää kaikkea RAU:n sielunelämästä, mutta valvojan tulisi osata johtaa muita osapuolia ja kaivaa heistä ratkaisut.

Kuten edellä ja niin, että käyttäjien edustajia myös kuunnellaan

23. Mitä haluaisit itse tietää lisää rakennusautomaatiojärjestelmistä? Minkälaista koulutusta rakennusautomaatiojärjestelmiin liittyen kaipaat?

Vastaajien määrä: 6

| Vastaukset |
|---|
| Kunnollista ammattilaisen pitämää automaatiokurssia / -kurseja, kuten normaalisti työntekijöitä koulutetaan ammattilaisiksi. |
| Perustietoa sekä suunnitteluperusteita |
| Eniten kiinnostaa nämä uudet tekniikat ja niiden tuoma lisähinta kokonaiskustannuksiin. Esim. joka asunnossa oleva paneeli, jolla voi seurata lämpötilaa, kulutuksia ja vaikuttaa joihinkin asioihin: mitä tällaiset maksaa ja mitä se hankkeelta vaatii. Ja toki uudet IOT-teknologiat - mitä näillä oikeasti voi tänä päivänä järkevin kustannuksin tehdä. RAU-suunnittelun ohjaus. |
| Ulkopuolista rau-koulutusta ihan ohjelmointitasolla (yleisellä tasolla, ei ole tarkoitus osata ohjelmoinnin detajikkaa), erilaisten säätömuotojen ja koulutus, laitevalmistajiin tutustumiset/koulutukset esim JIS automation, Ouman jne valmistajat. |
| Ehkä väylätekniikoita ja automatiikkaa yleisellä tasolla olisi hyvä käydä läpi. Lisäksi valvojen tulisi jakaa enemmän keskenään tietoa. |
| - |

24. Jos pitäisi sanoa yksi asia rakennusautomaatiovalvontaan tai -valvonnan hallintaan liittyen, joka pitäisi korjata heti, mikä se olisi? Jäikö joku seikka kokonaan kyselyssä huomiotta?

Vastaajien määrä: 5

| Vastaukset |
|--|
| Urakoitsijan ja suunnittelijan yhteensovituspalaverien pitäminen muutamaan kertaan urakan aikana, sekä aikainen automaatiourakoitsijan, laitteiden ja keskustusten hankkiminen työmaalle. |
| Automaatiosuunnittelun ohjaus: eri teknologian tuomat mahdollisuudet, millaisia mittauksia olisi hyvä saada ja esim. tarvittaessa redundanttisuus. |
| Oli hyvä laatia esim kahden sivun mittainen pikaopas rau-valvonnan pääkohteista, kronologinen järjestys suunnittelun, työmaavaiheen ja käyttöönoton valvontoihin liittyen, että saadaan kaikille tarvitseville nopea apu rau-valvonnan käynnistämiseen hankkeissa. Mahdollisimman lyhyt, tiivis ja sisältäen pääasiat mitä pitää suorittaa ja mitä dokumentaatiota siitä pitää syntyä, ja millä perusteella asia/kohta/vaihe voidaan todeta onnistuneesti läpikäydyksi. Osin aineistoa on hyvin serverillä, mutta ne ovat käsitykseni mukaan enemmän esityksiä/esitelmiä tms. Tarvitaan "työkalu". |

| |
|--|
| Tehtäväluetteloiden mukaisen valvonnan mukaiset malliasiakirjapohjat tarvitaan. RAU-kustannushallintaan ei puututtu kyselyssä. |
| Asiat urakkarajaliitteesä |

RAKENNUSAUTOMAATIOVALVONTAPROSESSI

PEREHTYMISVAIHE

Perehdytään urakkasopimusasiakirjoihin, suunnitelmiin ja aikatauluun, sekä kommentoidaan tarvittaessa niiden sisältöä. Perehtymisen avulla luodaan itselle selkeä käsitys halutusta lopputuloksesta.

Laaditaan muistio valvontaa varten, jossa on keskeiset sopimusasiakirjoista ja suunnitelmista poimitut pointit ja laadunvarmistustoimenpiteet. Tarkastetaan hankkeelle laadittu aikataulu ja varmistetaan, että etenkin vastaanottovaiheelle on varattu riittävästi aikaa, jotta tarvittavat mittaukset, toimintakokeet, säädöt, viritykset ja koekäytöt ehditään suorittamaan ennen kohteen vastaanottoa. (linkki esimerkki muistioon)

Varmistetaan mahdollisuuksien mukaan, että suunnitelmat ja järjestelmät vastaavat tilaajan tarpeita, esimerkiksi mahdollisista tilaajan suunnitteluohjeista.

ALOITUSVAIHE

Osallistutaan valvontasuunnitelman laadintaan ja varmistetaan, että siinä on esitetty rakennusautomaatioon liittyvät asiat.

Tehdään rakennushankkeen osapuolten tiedonvaihdesta alusta alkaen suunnitelmallinen prosessi, säännöllisten palavereiden ja kokousten avulla.

Järjestetään laatupalaveri ja suunnitelmien ristiin katselmus LVIAS-urakoitsijoiden ja -suunnittelijoiden kesken, sekä tarkastetaan urakoitsijan laatima laatusuunnitelma.

(linkki laatupalaverin muistioon)

RAKENTAMISVAIHE

Osallistutaan työmaakokouksiin ja urakoitsijanpalaveriinkin sovituksessa laajuudessa. Järjestetään tarvittaessa toinen laatupalaveri, jossa käydään lävitse ensimmäisessä laatupalaverissa sovittujen asioiden toteutuminen sekä mahdolliset ristiriidat suunnitelmissa ja työjärjestyksen vaihteistuksessa.

Suoritetaan laite- ja asennustapatarkastukset ja työmaan yleisvalvontaa. Varmistetaan, että asennukset tehdään suunnitelmien ja hyvän rakennustavan mukaisesti, jonka lisäksi seurataan asennustöiden edistymistä hankkeen aikatauluun nähden. Tärkeintä on ilmoittaa urakoitsijalle havaitut poikkeamat välittömästi.

Tarkastetaan urakoitsijan laitevalinnat sekä varmistetaan, että rakennusautomaatiourakoitsija laatii vetoluettelon ja toimittaa sen valvojalle ja suunnittelijalle tarkastettavaksi sekä kirjataan mahdolliset muutokset ja seurataan ohjelmoinnin valmiusastetta.

Seurataan, tarkastetaan, hyväksytään ja kommentoidaan urakoinnin kustannuksia hankekohtaisesti sovitulla tavalla.

Rakentamisen aikana seurataan laaditun aikataulun toteutumista säännöllisesti ja puututaan heti mahdollisiin poikkeamiin. Seurataan automaatiourakointiin liittyviä sopimuksiin kirjattuja välitavoitteita, sekä todetaan niiden toteutuminen tai myöhästyminen sovitusta aikataulusta.

VASTAANOTTO

Ennen vastaanottovaiheen alkua on hyvä järjestää laatupalaveri suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden kesken, jossa konkretisoidaan vastaanottovaiheen tehtävät ja työn vaihteistus. Tarkastetaan, etenkin vastaanottovaiheeseen liittyvät laadunvarmistustoimenpiteet. (linkki esimerkkinuistioon)

Huolehditaan, että urakoitsija suorittaa omat toimintatarkastukset ja valvontapistekoestukset ennen toimintakokeita sekä varmistetaan, että ehdot toimintakokeiden suorittamiselle täyttyvät. Valvotaan säätö- ja viritystoimenpideprosessia ja tarkastetaan säätöpiirikohtaisten trendiajojen tulokset.

Vastaanottovaiheessa valvotaan toimintakokeiden, vastaanottotarkastuksen ja koekäytön toteutusta, tarkastetaan säätöjärjestelmien viritykset, urakoitsijan luovutusasiakirjat, käyttöhenkilökunnalle järjestettävä koulutusohjelma ja valvotaan järjestettävän koulutuksen laatua.

Toimintakokeet

Verrataan toteutusta ja suunniteltua ohjelman toimintaa keskenään ja varmistetaan, että järjestelmät toimivat varmasti suunnitellulla tavalla. Tarkastetaan, että säätölaitteet on asennettu ja kytketty, valvontapistet generoitu, valvomolaitteet ovat toiminnassa ja grafiikkakuvat /prosessikaaviot toimivat. Toimintakokeiden yhteydessä on hyvä viimeistään tarkastaa, että laitteet on merkitty työselityksen mukaisesti. Varmistetaan, että toimintakokeissa havaitut suunnitelmapoikkeamat, jotka ovat hyväksyttävissä, siirretään luovutussuunnitelmiin.

[\(linkki malliasiakirjaan\)](#)

Valvotaan ohjelmiston toimivuustarkastuksen toteutuminen

Koekäyttö

Koekäytön edellytyksenä on, että LVIS- ja automaatiourakoitsijat ovat suorittaneet laitteidensa lopulliset viritykset.

Ennen järjestelmän koekäyttöä varmistetaan, ettei urakoitsijalla ole keskeneräisiä töitä, jotka aiheuttavat häiriöitä valvontalaitteiden toiminnassa tai estävät käyttäjää käyttämästä järjestelmää normaalkäyttöä vastaavasti. Tarkastetaan, että rakennuksen käyttöhenkilökunnalle on annettu riittävä käyttökoulutus järjestelmän käyttämiseksi ja ohjelmistopäivitykset ja tallenteet on tehty.

Tehdään tarvittaessa pistokokeita/mittauksia järjestelmille, testataan järjestelmien säätötoimintoja ja varmistetaan mittaustulosten paikkaansa pitävyys.

Vastaanottotarkastus

Ennen vastaanottotarkastusta tarkastetaan sopimusasiakirjoissa määritetyt vastaanottotarkastuksen vaiheet sekä varmistetaan, että itselleluovutusasiakirjat on luovutettu rakennuttajalle, toimintakokeet ja koekäyttö on suoritettu hyväksytysti, laitteiden varaosat ja tarvikkeet sekä erikoistyökalut on toimitettu, luovutusasiakirjat on toimitettu tarkastusta varten tilaajalle, järjestelmän käyttöpäiväkirja on käyttöön otettu ja käytönopastus on suoritettu hyväksytyn koulutusohjelman mukaisesti

Varsinaisessa vastaanottotarkastuksessa todetaan, onko järjestelmä valmis ja sopimusasiakirjojen mukaisesti vastaanottokunnossa.

TAKUUVAIHE

Osallistutaan vuositakuutarkastuksiin ja -kokouksiin, tarkastetaan takuuajan käyttöpäiväkirja ja määritellään tarvittavat jatkotoimenpiteet, tarkastetaan järjestelmien perustoiminnot ja niiden suunnitelmien mukainen toiminta. Varmistetaan, että takuuajan ylläpitosopimuksen mukaiset huoltotoimenpiteet on suoritettu ja valvotaan, että takuuajalle jääneet järjestelmien koekäytöt suoritetaan sopimusten mukaisesti.